5.06(49.3) B1
cv

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

26/1921/collated, J.K.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME TROISIÈME.

LOUVAIN,
CH. PEETERS, ÉDITEUR,
rue de Namur, 22.

PARIS,
LIBRAIRIE
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE,
55, rue de Grenelle.

1878

21. 4.51. 7 mg.3

LE MARIAGE

ET

L'HÉRÉDITÉ NORMALE ET PATHOLOGIQUE (1).

Messieurs,

Je viens vous entretenir de questions délicates et graves. Je vous appelle sur un terrain où, comme le dit Bossuet, il ne faut toucher la terre que de la pointe des pieds. J'ai cru pourtant que dans une assemblée de savants chrétiens, nous pouvions converser gravement sur la question difficile du mariage.

Le mariage est l'acte le plus solennel que puissent poser de concert deux créatures humaines : qu'on l'envisage au point de vue religieux ou au point de vue social, que l'on considère les intérêts de l'individu ou les intérêts de l'espèce, on doit reconnaître qu'aucun événement de la vie n'entraîne des conséquences aussi importantes.

Je n'ai pas la prétention d'étudier le mariage à ces différents points de vue; je ne suis que médecin, et je ne considère qu'un des éléments de la question, la santé de l'enfant entendue dans le sens le plus large que cette expression comporte.

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, pendant la session d'octobre.

A la vérité, c'est le point culminant du problème, puisque le but essentiel du mariage c'est la propagation de l'espèce humaine. Chose singulière, ce grand contrat ne semble se nouer qu'entre deux personnes, et en réalité il y a un troisième intéressé, un absent, dont la religion et la loi civile font le principal objet de leur sollicitude. Elles stipulent les plus sérieuses garanties en sa faveur, sans même avoir la certitude qu'il viendra jamais prendre place au foyer domestique.

La vie, la santé de l'enfant doivent aussi préoccuper les médecins dignes de ce nom, les médecins qui comprennent que l'idéal de l'art n'est pas précisément de lutter contre les maladies innombrables qui s'attaquent à l'espèce humaine, mais de les prévenir, ou au moins d'en réduire le nombre, en tout cas d'atténuer leurs ravages en donnant à l'organisme tout le développement et toute la résistance vitale dont il est susceptible.

Or, pour arriver à ce but, il ne suffit pas, comme on le dit souvent, que l'hygiène s'empare de l'enfant dès son entrée dans la vie, il faut qu'elle veille à ses intérêts avant qu'il soit conçu, car sa santé, sa vie même dépendent des conditions qui auront présidé à l'union de ses auteurs.

J'admire toujours la légèreté avec laquelle on s'aventure dans cette grave entreprise; cette légèreté ressort singulièrement par un contraste que je ne sais ni comment exprimer ni comment omettre. Je me borne à l'indiquer discrètement : à aucune époque, on n'a apporté autant de sollicitude à l'amélioration des races animales et à aucune époque peut-être on ne s'est moins préoccupé des règles à suivre pour obtenir des générations humaines vigoureuses et pures. Je dirais volontiers au jeune homme qui, se sentant honoré de la dignité virile, songe à se choisir une compagne pour fonder une famille : Pénétrez-vous de la grandeur et des obligations de votre vocation : aux premiers jours, Dieu n'a créé qu'un seul homme et une seule femme, puis les associant à sa puissance créatrice, il leur a donné le pouvoir

de transmettre la vie à de nouvelles créatures. Montrez-vous digne de cette noble prérogative. Prenez garde de défigurer l'œuvre divine en vous exposant à procréer par vos imprudences, par vos fautes, par vos crimes peut-être, des êtres difformes, maladifs, des crétins ou des idiots.

Quels sont donc les enseignements de la science dont l'homme doit s'inspirer pour donner le jour à ces belles générations, dont parle la Sainte Écriture, nées dans la chasteté et dans l'honneur et dont la mémoire est impérissable devant Dieu et devant les hommes (1)?

Il faut tenir compte avant tout des lois de l'hérédité physiologique et pathologique; il faut prendre en considération les questions d'âge et de consanguinité des futurs; enfin on doit peser, même au point de vue purement médical, leurs vertus et leurs vices.

I.

Abordons d'abord la grande question de l'hérédité.

C'est une loi du monde vivant que les parents en transmettant la vie à de nouveaux êtres, leur transmettent en même temps leurs qualités. Et il ne s'agit pas seulement de ces qualités immuables qui constituent l'espèce et en assurent la pérennité, mais aussi de ces attributs individuels et mobiles, comme la taille, la couleur, le teint de la peau, la conformation des organes, leur mode de fonctionnement, leurs maladies.

Tâchons de dresser l'inventaire de cette succession, en restreignant la question à l'espèce humaine.

II.

Et d'abord, les parents transmettent à leurs enfants la ressemblance anatomique des organes. On dirait volontiers

(1) O quam pulchra est casta generatio cum claritate : immortalis est enim memoria illius, quoniam et apud Deum nota est et apud homines (*Sap.* V, 1).

que semblables à des objets d'art sortis d'un même moule, les enfants, au point de vue organique, sont la copie de leurs parents. Sans doute, il faut tenir compte de ces nuances qui permettent de distinguer les unes des autres les créatures humaines, même les plus rapprochées par le sang ; mais dans leurs traits essentiels, l'organisme des enfants répète les grandes lignes architecturales de leurs auteurs.

La surface extérieure du corps n'étant que le relief des organes internes, il en résulte qu'avec la conformation analogue de ces organes, le père et la mère transmettent également leurs formes extérieures, leur buste, les traits de leur visage, en un mot leur portrait. La ressemblance va quelquefois jusqu'à la fidélité photographique, et souvent la jeune mère, en présentant son premier-né à son mari, pourrait avec une joyeuse fierté, répéter à peu près le vers d'un grand poëte :

Ce sont tes yeux, ta bouche et déjà ton audace.

Ressemblance des enfants avec les parents, dans leur conformation intérieure et extérieure, tel est donc le premier fait d'hérédité. Il est si bien établi que je n'éprouve aucun besoin de m'y arrêter plus longtemps.

Quant à savoir si l'un des deux auteurs a une part prépondérante dans cette transmission, cette question qui parait si simple à résoudre, puisque c'est un fait d'observation, divise encore aujourd'hui les physiologistes. Hofman (1) et Gintrac (2), pour ne citer que des autorités, admettent l'influence prépondérante de la mère, et beaucoup de médecins partagent cet avis. Je me permets de croire que c'est une opinion toute théorique. A priori, on est porté à croire, en effet, que la mère, qui pendant neuf mois, nourrit et façonne, pour ainsi dire, le nouvel être, devrait, plus profondément que

(1) *Fundamenta medicinæ*. 1675.

(2) Mémoire sur l'influence de l'hérédité, etc. (*Mémoires de l'Académie de médecine de Paris*, 1845. T. XI).

le père, le marquer de son empreinte. Les faits ne me paraissent pas confirmer cette présomption, et je ne suis pas étonné qu'un des observateurs les plus sagaces de ce siècle, Hufeland, ait soutenu que l'enfant tenait plus du type paternel que du type maternel. Toutefois Hufeland me paraît avoir trop rétréci la part de la mère : l'organisation des enfants est une sorte de résultante de deux forces combinées ; elles ont toutes deux leur part d'action, mais suivant des circonstances, qu'il est d'ailleurs impossible d'analyser, c'est tantôt l'une, tantôt l'autre qui est prédominante.

La ressemblance anatomique entraîne presque nécessairement la ressemblance physiologique, c'est-à-dire que les organes des enfants, coulés dans le même moule que ceux des parents, doivent fonctionner d'une manière analogue. L'observation confirme cette induction.

Non-seulement les grandes fonctions de la vie végétative et de la vie animale s'exécutent sur le même rhythme, mais la ressemblance se retrouve jusque dans les plus minces détails fonctionnels. Le fils reproduit souvent la démarche, les gestes, et jusqu'aux tics de son père. Il en est de même du timbre de la voix. Ne vous est-il pas arrivé de reconnaître au son de sa voix l'enfant d'un vieil ami dont le temps et la distance vous avaient séparé ? Cette parole, qui n'avait jamais frappé votre oreille, vous fait tressaillir et éveille au fond de votre cœur des échos longtemps endormis.

De la ressemblance des organes et de l'analogie de leur fonctionnement résulte la ressemblance de la constitution et des tempéraments. Ainsi dans une famille, la constitution est vigoureuse, c'est-à-dire que des organes bien conformés fonctionnent avec facilité et résistent énergiquement aux agressions morbides. Dans une autre, la constitution est faible, c'est-à-dire que les organes sont débiles et que leur jeu est languissant. C'est une proie dévolue d'avance à toutes les causes morbifiques.

Il en est de même des tempéraments. Voici une race caractérisée par le tempérament sanguin : le sang est riche

en globules, l'innervation et la circulation ont je ne sais quoi d'énergique, de ferme. En voilà une dont tous les membres se font remarquer par une vive excitabilité, par un défaut de fixité, de solidité, de régularité dans l'innervation; il y a trop de nerfs et trop peu de sang. En voilà une autre enfin qui porte l'empreinte du lymphatisme : les téguments et les cheveux ont une coloration terne et indécise, les muscles sont flasques, l'innervation est paresseuse, toutes les fonctions sont languissantes; on n'est pas malade, mais on est tout disposé à le devenir quand l'occasion s'en présentera.

Enfin, non-seulement les organes offrent chez les enfants la même configuration et le même fonctionnement que chez les parents, mais comme ils sont formés de la même pâte, ils offrent la même résistance à l'usure ou la même fragilité. Dans certaines familles privilégiées, les saisons de la vie sont plus longues, l'automne surtout se prolonge davantage : on est vert encore à soixante-dix ans et on meurt à quatre-vingt-cinq ou quatre-vingt-dix. Dans d'autres, on est vieux à cinquante ans, caduc à soixante, et on meurt souvent avant d'atteindre soixante-dix ans.

Cette analogie dans la durée de la vie s'accentue surtout quand les conjoints appartiennent tous deux à une race forte ou à une race caduque. L'auteur de la galerie des centenaires, Ch. Lejoncourt, rapporte qu'au XVIIIe siècle, en Hongrie, un nommé Lower a vécu cent soixante-douze ans; sa femme est morte à cent soixante-quatorze ans, et leur fils a été perdu de vue quand il en avait cent quinze. Dans la famille de Turgot, on ne dépassait guère l'âge de cinquante ans. Lorsque le célèbre économiste vit approcher cette époque fatale, il déclara à son entourage qu'il était temps de mettre ordre à ses affaires et d'achever un travail qu'il avait commencé. Il mourut en effet à cinquante-trois ans.

III.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de l'hérédité normale. Les enfants ont reçu en héritage une organisation plus ou moins achevée, mais compatible avec la santé, même chez les moins favorisés. Nous arrivons à l'hérédité morbide.

Si les parents peuvent transmettre à leurs enfants une organisation normale fonctionnant avec régularité, en vertu de la même loi, ils pourront leur transmettre des organes défectueux et fonctionnant mal, des dispositions morbides, ou même des maladies toutes faites. C'est un héritage pathologique souvent plus assuré que l'héritage de leurs biens. Toutefois gardons-nous de toute exagération. Cette transmission est fréquente, mais elle n'est pas fatale; elle varie du reste pour chaque espèce morbide.

Il serait désirable que les pathologistes arrivassent à déterminer approximativement, pour les malformations et les maladies les plus importantes, le degré de leur transmissibilité, ce que je propose d'appeler leur coefficient héréditaire. Ce n'est qu'une question de statistique, mais elle est en réalité beaucoup plus difficile qu'elle ne le paraît au premier abord. C'est que le problème comporte divers éléments dont il faut tenir compte. Je vais chercher à les analyser, et pour préciser ma pensée, je prends pour type une maladie essentiellement héréditaire, la phthisie tuberculeuse.

1° L'hérédité de la phthisie est immédiate ou médiate. Je vais m'expliquer : si c'est le père ou la mère qui est atteint de tuberculose, la transmission de la maladie à l'enfant sera immédiate. Le père et la mère peuvent être sains, mais le grand-père paternel ou maternel de l'enfant est mort de phthisie. Celui-ci peut être atteint à son tour d'une phthisie véritablement héréditaire : c'est l'hérédité médiate ou atavisme. Beaucoup de pathologistes désignent la transmission du père et de la mère à leur fruit par l'expression de transmission directe et celle des aïeux par la dénomination de transmis-

sion indirecte. Ces dénominations sont mal choisies; dans les deux cas en effet la succession se fait en ligne directe; je préfère donc adopter, conformément au langage des juristes, les expressions d'hérédité immédiate et médiate.

Je m'arrête un moment à cette question de l'atavisme qui a bien son importance. D'abord le fait est-il bien établi? Est-il bien vrai que le grand-père peut transmettre à son petit-fils sa conformation organique, ses difformités, ses dispositions morbides, sans qu'on en retrouve la trace dans son propre fils? Il faut bien s'entendre. Il n'est pas rare de retrouver chez un enfant des traits, des qualités, des maladies qu'on a observés chez son aïeul et qu'on n'a pas remarqués chez son père. Mais, pour ne parler que des maladies, est-ce à dire que le père en était tout à fait exempt? Non, il n'a pas pu donner à son fils ce qu'il n'avait pas : *Nemo dat quod non habet*. Cette maladie a existé chez lui, à l'état virtuel, à l'état latent, sans doute parce que des circonstances favorables l'ont empêché d'évoluer complétement; elle s'est développée chez le fils parce que des circonstances opposées ont favorisé son développement. La ligne d'hérédité n'a pas été interrompue, et l'influence de l'aïeul n'a atteint le petit-fils qu'en passant par le père.

Quoi qu'il en soit, pour revenir à la question du coefficient héréditaire, il est certain que la transmission directe du père est beaucoup plus sûre que celle de l'aïeul.

2° La phthisie peut être une maladie de famille ou une maladie individuelle. Je m'explique. Si la maladie s'est montrée obstinément, depuis plusieurs générations, chez les rejetons d'une même souche, on a le droit de croire que la tuberculose fait pour ainsi dire partie de leur constitution : c'est une véritable maladie de famille dont la transmission est presque fatale. Mais elle peut être individuelle : les ancêtres en étaient exempts; un de leurs descendants l'a contractée sous l'influence de causes purement accidentelles; ses enfants y échapperont facilement; il peut se faire même que le retentissement héréditaire soit absolument nul : c'est quand

le père a contracté la maladie tardivement, après la conception des enfants en question. Les lois pathologiques, non plus que les lois civiles, n'ont d'effets rétroactifs.

3° L'hérédité peut être simple ou double. Elle est simple quand l'un des deux conjoints seulement est atteint de phthisie ; elle est double quand les deux époux sont tuberculeux. Les chances fâcheuses de l'enfant sont certainement plus que doublées dans le second cas.

4° Dans le cas d'hérédité simple, la constitution et la santé de l'époux sain doivent être prises en grande considération. Ainsi, par exemple, le père est phthisique, mais la mère a une constitution vigoureuse, et spécialement un appareil respiratoire résistant, presque invulnérable. Il est facile de comprendre que les chances de l'enfant deviennent plus favorables ; elles s'aggravent au contraire singulièrement si la mère a une constitution faible, une poitrine étroite, des bronches irritables.

5° Enfin les conditions hygiéniques et morales dans lesquelles se trouve placé un enfant menacé d'une maladie héréditaire interviendront pour une grande part dans l'arrêt ou le développement de la maladie. Le sujet issu de parents tuberculeux se nourrit-il d'un air pur, d'aliments de premier choix, est-il placé sous un climat favorable, est-il soumis à une gymnastique rationnelle, ménage-t-il les forces vitales par la chasteté ? Il peut échapper à la phthisie. Elle se développera presque fatalement dans les conditions contraires.

C'est parce que les pathologistes ont négligé le plus souvent de tenir compte des différentes inconnues du problème, que sa solution, c'est-à-dire la détermination du coefficient héréditaire, laisse tant à désirer. Ils ont pris la question en bloc ; je me permets même de croire qu'ordinairement ils l'ont mal posée. Je prends un exemple pour faire mieux saisir ma pensée.

Le cancer est une maladie héréditaire. Pour apprécier le degré de sa transmissibilité des parents aux enfants, les pathologistes ont posé le problème dans les termes suivants :

sur cent cas de cancer, combien de fois retrouve-t-on l'influence héréditaire ? Ils ont constaté qu'on la rencontre environ sept fois. Que prouvent ces chiffres ? Ils prouvent que sur cent sujets atteints de cancer, la maladie s'est développée quatre-vingt-treize fois sans aucune prédisposition héréditaire, et que sept fois cette prédisposition a paru intervenir (1). Mais ils ne résolvent pas la vraie question, qui est celle-ci : sur cent enfants issus de parents cancéreux, combien sont, dans le cours de leur vie, atteints de la même maladie ?

Malgré ces défectuosités, la statistique nous fournit des matériaux importants. Nous allons les mettre en œuvre pour dresser le bilan des maladies héréditaires et indiquer, dans la mesure du possible, le degré de transmissibilité de chacune d'elles.

Nous avons dit que les parents peuvent transmettre à leurs enfants des vices organiques, des dispositions morbides, ou des maladies toutes faites. Reprenons ces différents points.

IV.

La transmission héréditaire des vices de conformation est assez fréquente. Le père de la médecine grecque l'avait déjà reconnu. Hippocrate s'exprime ainsi dans son traité *De l'air, des eaux et des lieux* : « Gignuntur autem læsi ex læsis, » claudi ex claudis. » Ces vices organiques transmissibles sont nombreux. Nous allons les passer en revue.

Et d'abord le bec-de-lièvre. Ph. Roux rapporte qu'il a opéré un bec-de-lièvre double chez un enfant qui n'avait que trois doigts à chaque main, et dont le père, jadis opéré d'un bec-de-lièvre également double, n'avait aussi que trois doigts à chaque main. Les observations de ce genre ne sont pas

(1) J'emploie ici la forme dubitative, parce que, s'il est prouvé, par ces recherches statistiques, que le cancer a pu se développer 93 fois sur 100 en dehors de l'hérédité, rien ne prouve d'une manière absolue que dans les sept autres cas l'hérédité ait été la cause de la maladie. Ces sept sujets ont pu la contracter comme les autres par des causes accidentelles.

nombreuses ; elles suffisent toutefois à prouver que cette difformité peut se transmettre des parents aux enfants, mais comme fait exceptionnel. Un célèbre accoucheur français, dont la pratique était très étendue, Danyau, déclare qu'il avait à peine observé un cas de bec-de-lièvre héréditaire, quoiqu'il en eût observé un grand nombre et que son attention eût été attirée sur la question de transmission. S'il m'est permis de citer ma propre expérience et l'impression qui m'est restée de l'étude de la question, j'estime que le bec-de-lièvre ne se transmet peut-être pas une fois pour cent.

Les malformations des membres et surtout des extrémités se répètent chez les enfants avec plus de ténacité. Mackinder rapporte l'histoire d'une difformité des doigts reproduite pendant six générations. Appelé pour examiner une jeune fille mal conformée, le chirurgien anglais constata l'absence de la phalange du milieu des quatre doigts de chaque main ; les deux pouces étaient bien conformés. Le grand-père de cette jeune fille étant encore en vie, on put faire une enquête complète sur l'origine de cette difformité ; le premier cas s'était présenté chez une femme ; elle avait transmis cette anomalie à sa fille, qui à son tour l'avait laissée en héritage à ses enfants, et ainsi jusqu'à la sixième génération observée par Mackinder. En consultant les souvenirs de divers membres de la famille et spécialement ceux du grand-père, il put constater que dix-huit personnes de cette lignée avaient été atteintes d'une malformation du même genre ; mais la liste était nécessairement fort incomplète et rien n'indique d'ailleurs que la transmission allait cesser à la sixième génération, si la jeune fille en question s'est mariée (1).

Scoutetten rapporte de son côté l'observation suivante que je me borne à analyser : un homme, du nom de Frache, d'une conformation régulière, tomba, à l'âge de vingt-cinq ans, d'un échafaudage élevé et se fit de profondes blessures aux pieds et aux mains. Marié plus tard, il eut un fils, Louis, qui

(1) Willis de Plumstead. Lancet 1857.

vint au monde avec un seul doigt à chaque main et deux orteils à chaque pied. Louis Frache, marié à son tour, eut cinq enfants, trois garçons et deux filles; quatre avaient aux mains et aux pieds des difformités analogues à celles de leur père. Une des filles, Marguerite, n'avait que deux orteils à chaque pied; la main droite n'avait qu'un doigt et la gauche deux; mariée à un homme bien conformé et d'une constitution robuste, elle en eut quatre enfants. Un seul, l'aîné, était bien conformé; les trois autres avaient des difformités semblables à celles de leur mère, et dont le détail serait trop long (1).

Cette observation est curieuse à plus d'un titre; non-seulement elle prouve que les difformités de ce genre se transmettent obstinément, mais elle soulève et tend à résoudre une question importante : un père ou une mère offrant une difformité purement accidentelle, comme une mutilation, peut-il la transmettre à ses enfants? L'histoire de Scoutetten, sans être tout à fait probante, dépose dans ce sens. Des observations faites sur des animaux prouvent la possibilité de ces transmissions. J'ai rencontré dans ma pratique un cas qui me paraît fort significatif.

Une jeune femme ayant porté des pendants trop lourds, eut le lobule de l'oreille droite fendu; c'était une difformité assez légère, mais qui l'ennuyait beaucoup. Pendant sa première grossesse, elle fut constamment préoccupée de la crainte de donner naissance à un enfant qui aurait l'oreille fendue; les personnes qui l'entouraient considérant cette crainte comme chimérique, ne parvinrent pourtant pas à la débarrasser de cette obsession; au moment de sa délivrance, la première question qu'elle adressa à la sage-femme trahit encore son idée fixe : « Mon enfant n'a-t-il pas l'oreille fendue? » C'était un gros garçon, d'une belle constitution, mais qui avait l'oreille fendue exactement dans les mêmes condi-

(1) Observations de difformités congéniales des pieds et des mains. (*Bulletin de l'Académie de Paris*, T. XXII).

tions que sa mère. Quand elle me fit demander pour faire la restauration de cette petite difformité, elle me raconta les détails que je viens de répéter.

Le goître est fréquemment héréditaire. Labitte a présenté le tableau généalogique d'une famille vivant dans une localité saine, et dont les membres présentaient depuis plus de cent ans un goître transmis de génération en génération.

Je m'arrête dans cette énumération, et je résume la question dans cette formule : les malformations d'organes, quelles qu'elles soient, ont une grande tendance à se propager des parents aux enfants.

V.

J'ai dit que les époux transmettent souvent à leurs descendants des prédispositions morbides et même des maladies toutes faites. Quand on recherche avec soin les conditions, souvent nombreuses, qui président à l'évolution d'une maladie, on retrouve fréquemment — j'allais dire presque toujours — l'influence héréditaire. Quoi d'étonnant ? Nous avons rappelé plusieurs fois déjà la grande loi qui domine la question : les parents transmettent à leurs enfants un organisme qui ressemble au leur par sa conformation anatomique et par son fonctionnement physiologique. N'est-il pas naturel que cet organisme soit exposé de préférence aux mêmes lésions et aux mêmes troubles, c'est-à-dire aux mêmes maladies ? C'est ainsi, pour prendre un exemple, que nous voyons la gastrite se présenter successivement chez les différents rejetons d'une même souche ; il serait peut-être exagéré de dire que la gastrite est une maladie héréditaire ; le père ou la mère, en effet, ne transmettent pas à leurs enfants une gastrite de toutes pièces, mais ils leur transmettent leur estomac avec ses énergies ou ses faiblesses, sa résistance ou son impressionnabilité, en un mot, ses qualités normales et ses qualités pathologiques.

Quoi de plus étranger en apparence à l'hérédité qu'une fracture des os? Eh bien! l'observation prouve que dans certaines familles cet accident est plus commun et plus fréquent que dans d'autres, sans doute parce que dans la constitution des os il entre une proportion exagérée d'éléments calcaires, et que cette proportion existant chez le père ou la mère, peut se reproduire héréditairement chez les enfants.

Mais je ne veux m'arrêter qu'aux prédispositions morbides et aux maladies où l'hérédité joue un rôle prépondérant. Je parlerai successivement à ce point de vue des maladies des organes des sens, de celles du système nerveux, des maladies du sang, enfin des diathèses.

VI.

Les organes des sens présentent souvent des défectuosités transmises,

Florent Cunier rapporte l'histoire d'une héméralopie (1) héréditaire depuis deux siècles chez les descendants d'un même individu, comprenant six générations. Sur 629 descendants, 85 l'avaient offerte à leur naissance; elle passait particulièrement de la mère à la fille (2).

M. Stiévenart, de Mons, cite un cas analogue. Une femme, décédée à soixante-quatorze ans, était atteinte d'héméralopie; de ses dix enfants, cinq naquirent héméralopes. L'une des filles atteinte de cette maladie eut trois enfants, dont le premier et le dernier présentaient la même infirmité; l'un d'eux s'est marié deux fois; un fils qu'il eut de sa pre-

(1) On sait que l'héméralopie est une maladie caractérisée par l'abolition complète ou incomplète de la vue pendant le temps où le soleil est au-dessous de l'horizon. La vision pendant le jour est très distincte; ce n'est que le soir, au moment du crépuscule, qu'elle commence à s'affaiblir, parfois à se perdre, jusqu'à l'aurore du lendemain.

(2) *Bulletin de la Société de Médecine de Gand.*

mière femme était atteint de l'affection héréditaire; des quatre enfants qu'il eut de sa seconde, un seul hérita de l'infirmité de son père (1).

Tout le monde sait que la myopie se transmet obstinément des parents aux enfants. Il en est de même d'une affection tout opposée, l'hypermétropie. D'autres maladies oculaires, qui paraissent tout à fait accidentelles, peuvent descendre, au moins à l'état de prédisposition, des parents aux enfants; je fais spécialement allusion à la cataracte. Roux a opéré trois frères cataractés descendant d'un père qui avait eu la cataracte. Le quatrième enfant en fut atteint un peu plus tard.

Nélaton a publié l'histoire d'un sujet atteint de la cataracte et qui avait connu onze membres de sa famille atteints de la même maladie (2).

Desmarres cite l'observation d'une famille dans laquelle six enfants nés des mêmes parents ont été atteints comme eux de la cataracte (3).

Notre savant collègue, M. Bribosia, m'a raconté l'histoire d'une famille, où le père étant cataracté, tous les enfants, au nombre de neuf, ont été atteints de la même infirmité.

La surdi-mutité est-elle héréditaire? Quelques médecins, tels que Pet et Buxton, l'affirment; mes propres observations ne confirment pas cette thèse; je partage complétement l'avis du médecin le plus compétent de notre époque sur les maladies de l'oreille, M. Ménier : il avait cru longtemps que des parents sourds-muets donnent toujours naissance à des enfants qui entendent et qui parlent. « Il n'y a pas long-
» temps, écrivait-il en 1846, que l'on a recueilli les premiers
» faits en contradiction avec ce principe et que l'on a pu con-
» stater un certain nombre de fois l'hérédité directe de la
» surdi-mutité. On doit dire cependant que ces faits consti-

(1) *Annales d'oculistique*. T. XVIII.
(2) Surennaud. Thèse présentée à la Faculté de Paris.
(3) *Traité théorique et pratique des maladies des yeux*. Paris 1858.

» tuent une rare exception et que, habituellement dans l'im-
» mense majorité des cas, les sourds-muets mariés à des
» sourdes-muettes ont des enfants qui entendent et parlent.
» Cela est vrai, à plus forte raison, quand le mariage est
» mixte, c'est-à-dire quand un des deux époux seul est
» sourd-muet (1). »

VII.

Les maladies du système nerveux ont une extrême tendance à se transmettre des parents aux enfants ; elles jouissent toutes de ce funeste privilége, depuis la migraine qui peut troubler la vie mais ne l'abrége guère, jusqu'à l'apoplexie qui foudroie sa victime.

Mais je dois me borner, et je m'arrête à trois affections qui s'attaquent aux grandes fonctions de relation, la sensibilité et la motilité, et qui retentissent jusque sur les facultés intellectuelles et morales : je veux parler de l'hystérie, de l'épilepsie et de l'aliénation mentale.

La plupart des médecins admettent la transmissibilité héréditaire de l'hystérie. L'auteur du meilleur traité sur cette maladie, Briquet, est arrivé aux conclusions suivantes : « Les hystériques ont vingt-cinq fois pour cent des parents
» atteints d'hystérie ou d'autres maladies nerveuses (2). »

L'hérédité de l'épilepsie, niée par d'excellents esprits, comme Tissot, Gintrac, Delasiauve, Leuret, est acceptée comme un fait incontestable par des observateurs d'un grand mérite, tels que Boerhaave, Portal, Esquirol, Herpin de Genève, Bouchet, Cazauvielh, Trousseau, Moreau de Tours, etc. Le docteur Voisin, cherchant à apprécier le degré de transmissibilité de cette maladie, a dressé le relevé suivant: dans dix-sept familles, où l'un des deux conjoints était épi-

(1) Premières recherches sur l'origine de la surdi-mutité. (*Gazette médicale de Paris*, 3e série, t. I).

(2) Briquet. *Traité clinique et thérapeutique de l'hystérie.* Paris 1859.

leptique, sont nés trente-cinq enfants : seize sont épileptiques ou sont morts de convulsions. Dans onze cas, l'hérédité est venue du côté maternel; dans cinq cas, du côté paternel (1).

MM. Bouchet et Cazauvielh ont tiré de leurs observations la conclusion que sur cinquante-huit enfants d'épileptiques, trente-sept étaient morts de convulsions, sept étaient épileptiques et quatorze étaient sains (2).

Du reste, les expériences de M. Brown-Sequard confirment singulièrement les données de la statistique. Cet habile expérimentateur provoque l'épilepsie sur des cobayes, en faisant l'hémisection de la moëlle épinière. Cette épilepsie acquise se transmet assez souvent aux petits de ces animaux. Je n'ai pas besoin de vous faire remarquer que cette observation confirme la transmissibilité des difformités et des maladies accidentelles.

Les aliénistes sont d'accord pour déclarer que la folie dans ses manifestations diverses est une maladie essentiellement héréditaire. Je ne connais guère que Lordat et Heinroth qui nient cette hérédité morbide. « La folie, dit ce der-
» nier auteur, ne dépend pas d'une cause physique; elle
» n'est pas une maladie du corps, mais une maladie de
» l'esprit; elle n'est pas et ne peut pas être héréditaire.
» L'homme qui a pendant toute sa vie devant les yeux et
» devant le cœur l'image de Dieu, n'a pas à craindre de
» jamais perdre la raison (3). »

Je reconnais avec le célèbre penseur allemand, que l'aliénation mentale a souvent sa source dans nos déréglements. Ainsi, je crois avoir établi que la folie paralytique, maladie presque inconnue il y a un siècle, et qui devient aujourd'hui d'une fréquence désespérante, est le résultat direct du surmènement intellectuel et moral auquel nous nous livrons;

(1) *Dictionnaire de médecine et de chirurg. pratiques*, art. *Hérédité*.

(2) De l'épilepsie considérée dans ses rapports avec l'aliénation mentale. *Archives de médecine*, tom. IX.

(3) *Lehrbuch der Störuengen des Seelenlebens*. Leipzig 1818.

des abus des excitants dont le besoin devient de plus en plus impérieux à mesure que l'entraînement devient plus violent, comme le coup de fouet devient nécessaire à un attelage auquel on demande un travail au-dessus de ses forces ; des secousses brutales et répétées de la volupté. Oui, la folie est souvent le salaire de nos fautes ; mais, ce fait accordé, je me sépare de Heinroth, et je considère comme un axiome de la science, que cette maladie peut se transmettre des parents aux enfants. Cette transmission n'est pas fatale ; il serait important de pouvoir fixer le coefficient héréditaire de la maladie ; mais les recherches statistiques sont absolument insuffisantes pour résoudre cette question. Ce n'est pas que les chiffres manquent : ils abondent au contraire. Mais — je l'ai déjà dit en parlant de l'hérédité en général — la question a été mal posée : il fallait chercher combien d'enfants provenant de parents aliénés sont atteints de la maladie et combien y échappent, et l'on s'est borné à supputer combien d'aliénés sur cent descendent de parents aliénés eux-mêmes. Malgré ce vice radical, les statistiques recueillies par les médecins spécialistes sont instructives. Citons-en quelques-unes parmi les plus sûres.

Sur cent aliénés, Griesinger a retrouvé l'influence héréditaire six fois, Parchappe douze fois, Esquirol, Foville et Guislain vingt-cinq fois.

En résumé, je pense qu'on ne s'éloignerait pas sensiblement de la vérité en formulant les propositions suivantes :

Lorsque le père et la mère sont tous deux aliénés, lorsqu'ils appartiennent à des familles dans lesquelles la folie est fixée depuis plusieurs générations, les trois quarts des enfants seront marqués, à des degrés variables, du sceau de cette cruelle maladie.

Lorsqu'il s'agit d'une folie accidentelle, c'est-à-dire éclose chez des époux provenant eux-mêmes de parents sains, la proportion s'abaisse considérablement, et suivant des circonstances trop longues à analyser, elle peut se réduire, comme Griesinger l'a indiqué, à six pour cent et même moins.

Il arrive souvent qu'un père aliéné ne procrée pas précisément des fous, mais des sujets d'une intelligence bornée ou excentrique, d'un caractère bizarre. Vous rencontrerez quelquefois dans le monde des personnes qui ont reçu la meilleure éducation ; vous vous étonnerez qu'elle n'ait pu triompher d'une imagination fantasque, d'un caractère excitable jusqu'à la violence ; cherchez bien, et vous trouverez souvent le mot de cette douloureuse énigme ; c'est un vice caché dans les racines de l'arbre généalogique : le père était épileptique ou la mère était atteinte d'une hystérie grave. Il ne faut pas oublier, en effet, que le nervosisme morbide peut subir des métamorphoses en passant des parents aux enfants. Si une mère hystérique transmet un héritage pathologique à ses enfants, ce ne sera pas toujours l'hystérie, mais tantôt l'épilepsie, tantôt la manie ou la mélancolie : les charges héréditaires sont aggravées ; quelquefois au contraire elles s'atténuent dans une certaine mesure. La fille d'un épileptique n'aura pas de convulsions, mais elle sera mobile et impressionnable comme la sensitive. Moreau de Tours (1) et Griesinger (2) ont insisté avec raison sur ces transformations morbides.

VIII.

Un mot des maladies du sang. Que le sang, organe liquide, mais organe fondamental de l'économie humaine, ait chez les enfants les mêmes qualités que chez les parents, c'est un fait que l'expérience des siècles confirme et que le langage de tous les peuples consacre. Les sujets provenant d'une même souche s'appellent aussi souvent personnes du *même sang* que personnes de la *même famille*. Entrons dans quelques détails. La disposition à la pléthore, c'est-à-dire la richesse globulaire du sang, se répète d'ordinaire de père

(1) *Mémoires* de l'Académie de médecine de Paris, 1854.
(2) *Traité des maladies mentales*, trad. par le Dr Doumic. Paris 1864.

en fils. Bien que ce soit une véritable richesse organique, elle n'en constitue pas moins une prédisposition fâcheuse aux maladies congestives et inflammatoires.

La chlorose, qu'on voit survenir accidentellement chez beaucoup de personnes du sexe, s'observe fréquemment comme maladie héréditaire dans certaines familles : les filles ne peuvent traverser la période orageuse de la puberté sans revêtir les pâles couleurs. Il en est de même de la disposition aux hémorrhagies, surtout quand elle se rattache à cette maladie redoutable qu'on appelle l'hémophilie. On sait qu'elle consiste dans une disposition hémorrhagique qui se trahit par l'opiniâtreté extraordinaire des pertes de sang à la suite des plus légères blessures et par la grande tendance à des saignements spontanés très abondants. Or, cette maladie est essentiellement une maladie de famille : en 1850, le docteur Lange, recueillant les cas connus, a rappelé l'histoire de cent douze familles atteintes de cette disposition morbide. Elles comptaient ensemble deux cent quatre-vingts membres hémophiles, saigneurs ou Bluters, comme on les appelle en Allemagne (1).

IX.

J'aborde la question des diathèses, c'est-à-dire de ces vices constitutionnels qui affectent l'économie toute entière, se traduisant par des manifestations qui varient de siége et d'aspect, mais en conservant toujours leur spécificité.

A quel degré les diathèses sont-elles héréditairement transmissibles? A priori, on serait porté à croire que la transmission est à peu près inévitable : on comprend difficilement, en effet, qu'un père ou une mère, dont l'organisme est profondément imprégné d'un vice constitutionnel, transmettent à leur fruit un organisme pur de ce vice. Cepen-

(1) Statist. Untersuchungen über die Bluterskr. *Oppenheim Zeitschrift des Gez. Med.* 1850.

dant l'observation prouve que l'hérédité des diathèses n'a pas ce cachet de fatalité : la transmission est fréquente sans être inévitable. Le coefficient héréditaire varie du reste suivant les diathèses. Nous allons les passer en revue, en commençant par le rhumatisme et en finissant par la syphilis.

Le rhumatisme est une maladie endémique dans notre pays, grâce à la température froide et humide que nous subissons souvent et aux variations thermométriques brusques auxquelles nous sommes exposés. Il y a peu de personnes qui échappent complétement à cette affection.

Il est difficile de calculer la part qu'on doit faire aux influences climatériques et celle qui relève de l'hérédité. J'estime que l'influence héréditaire ne joue qu'un rôle peu important, et je ne pense pas que l'existence du rhumatisme chez les ascendants d'un jeune homme ou d'une jeune fille doivent empêcher une alliance.

Il n'en est pas de même de la goutte. Garrod, dont il faut toujours invoquer l'autorité quand il s'agit de cette maladie, a constaté qu'elle se transmet cinquante fois pour cent (1). La goutte héréditaire a une prédilection pour les garçons, ce qui tient probablement, à ce qu'elle trouve un complice dans l'intempérance, plus habituelle à l'homme qu'à la femme. Notons pourtant que d'après Braun, la prédisposition à la goutte chronique chez les enfants des goutteux serait tellement prononcée que la maladie se déclare malgré la meilleure prophylaxie (2).

Il faut rapprocher de la goutte la gravelle urique. Dans le fait, ces deux maladies se rattachent à la même diathèse, la diathèse urique, essentiellement constituée par l'excès d'acide urique dans le sang. Que l'acide urique et les urates au lieu de le déposer dans les tissus articulaires en provoquant les accès douloureux qui sont le symptôme dominant

(1) *La goutte et le rhumatisme*. Traduction du Dr Ollivier. Par. 1867.

(2) Matériaux pour servir à une monographie sur la goutte, trad. par Meder (*Revue d'hydrologie médicale*, 1862).

de la goutte, se précipitent dans les urines, ils constituent la gravelle urique ou gravelle rouge.

Quelquefois la transformation morbide peut être en apparence plus bizarre encore : l'enfant d'un goutteux n'a pas d'attaque de goutte, mais il est atteint d'herpétisme, quelquefois de diabète (1). Tant il est vrai que pour bien apprécier la question de l'hérédité, il ne faut pas toujours rechercher chez l'enfant les mêmes manifestations morbides que chez les parents, et qu'on doit avoir présente à l'esprit la possibilité de métamorphoses pathologiques variées.

X.

Le rachitisme est-il héréditaire? Portal, Louis, Trousseau, et d'autres l'admettent. Mais Jules Guérin, qui a observé la maladie de près, nie sa transmissibilité. Il faut en conclure que la transmission est exceptionnelle. D'ailleurs les femmes, que le rachitisme atteint dans une plus forte proportion que les hommes, éloignent souvent la pensée du mariage à cause des difformités habituelles que cette maladie entraîne; il est inutile d'ajouter que leur infirmité les fait peu rechercher.

La question du rachitisme n'a donc qu'une importance médiocre quand on l'envisage au point de vue de la transmission héréditaire. Il n'en est pas de même sous d'autres rapports : la femme rachitique qui a le malheur de se marier est exposée aux accidents les plus graves au moment de la parturition et souvent elle n'a pas la joie de voir naître vivant l'enfant qu'elle a porté.

Le rachitisme, heureusement, recule de jour en jour devant les progrès de l'hygiène. Du temps de Sydenham, il était si répandu dans certains quartiers de Londres qu'on l'appelait la maladie anglaise. On l'a fait disparaître des rues qu'il infestait en y versant de l'air et de la lumière.

(1) Gigot-Suard a établi la connexion de la diathèse urique avec certaines formes de l'herpétisme, et Durand-Fardel a cité de nombreuses observations qui établissent la parenté de cette diathèse avec le diabète.

XI.

La diathèse dartreuse se transmet si fréquemment des parents aux enfants qu'on peut considérer l'hérédité comme un fait habituel. Certaines manifestations herpétiques surtout ont cette tendance au plus haut degré; c'est ainsi que le psoriasis se transmet avec une incroyable constance de formes. Il en est de même de cette maladie singulière et heureusement rare qu'on appelle l'ichthyose, où la peau se revêt d'écailles cornées, sèches et sonores. E. Geoffroy Saint-Hilaire rapporte un exemple curieux de cette hérédité morbide observée dans une famille du nom de Lambert. Le père avait tout le corps, à l'exception du visage, de la plante des mains et des pieds, couvert d'excroissances cornées bruissant l'une contre l'autre au froissement de la main. Cet homme eut six garçons, qui tous, dès l'âge de six semaines présentèrent la même singularité. Le seul qui survécut la transmit, comme son père, à tous ses garçons, et cette transmission marchant de mâle en mâle, s'est ainsi continuée dans la famille pendant cinq générations, à ce point qu'un esprit trop complaisant essaya de croire qu'il assistait à la formation d'une nouvelle race dans l'espèce humaine.

Heureusement que la production squammeuse respecte presque toujours le visage. Cette bizarre carapace s'arrête au tronc et aux membres, et le sujet affligé de cette secrète infirmité peut encore se présenter décemment dans la société de ses semblables. La plupart des dames de notre temps n'auraient pas le même privilége; elles découvrent trop leur buste.

Au demeurant, le public attache peut-être une signification exagérée aux éruptions dartreuses; à ses yeux, elles indiquent toujours que le sang d'une famille a perdu sa pureté. Sans doute cette diathèse est fâcheuse, mais peut-être plus au point de vue esthétique qu'au point de vue pathologique, car les affections dartreuses ordinaires sont compatibles avec la plus belle santé.

XII.

La scrofulose est une des maladies constitutionnelles qui doit attirer le plus spécialement l'attention des familles jalouses de conserver un sang pur. Les altérations qu'elle détermine se montrent sur la plupart des systèmes de l'économie : les ganglions lymphatiques, la peau, les muqueuses, les os, etc. Quand tous ces départements organiques sont atteints, que reste-t-il encore de sain chez un homme? Ajoutons que cette triste maladie se révèle à tous les yeux par des stigmates cruellement accusateurs.

La scrofulose se développe facilement de toutes pièces, c'est-à-dire, en dehors de la prédisposition héréditaire. Les conditions climatériques de notre pays n'y disposent que trop. Beaucoup d'enfants présentent à leur naissance des conditions d'un lymphatisme exagéré, sur lequel la scrofule se greffe avec une singulière facilité. Une hygiène bien entendue peut les préserver. Mais si l'influence héréditaire s'ajoute aux influences climatériques, ils ne peuvent guère échapper aux atteintes de cette diathèse. Rien de mieux prouvé, en effet, que la transmissibilité de la scrofulose. Lugol a insisté avec raison sur ce point : aucune autre maladie, selon lui, ne peut être comparée à la scrofulose pour la fatalité de l'hérédité. L'épilepsie, la goutte, le cancer, dit-il, ne sont pas aussi généralement répandus, et ils n'occasionnent pas une mortalité aussi hâtive et aussi générale (1).

Rilliet et Barthez, les auteurs du meilleur traité français des maladies des enfants que nous possédions, partagent complétement l'avis de Lugol.

(1) *Recherches et observations sur les causes des maladies scrofuleuses.* Paris. 1844.

XIII.

A côté de la scrofulose se place de droit la tuberculose. Arrêtons-nous à la manifestation la plus redoutable de cette diathèse, la tuberculose pulmonaire ou phthisie. C'est le fléau le plus grave qui pèse à notre époque sur l'humanité. La statistique prouve que sur cent cas de mort la phthisie peut en revendiquer vingt, c'est-à-dire le cinquième. Ajoutons que cet énorme tribut, la mort le prélève presque tout entier sur la jeunesse. La phthisie ressemble à ces durs conquérants d'autrefois qui, après avoir ravagé un pays, en enlevaient comme ôtages les plus beaux garçons et les plus fraîches jeunes filles.

Sans doute la phthisie reconnaît souvent d'autres causes que l'hérédité. Elle est comme l'aboutissant de toutes les conditions physiques et morales qui tendent à appauvrir la nutrition : l'air confiné, l'alimentation insuffisante, les chagrins domestiques, la volupté ; mais il n'en reste pas moins vrai que la tare héréditaire intervient fréquemment dans la genèse de cette redoutable maladie.

Hérard et Cornil, dans leur traité magistral de la phthisie pulmonaire, constatent que l'hérédité se retrouve chez trente-huit phthisiques sur cent. Je dois répéter ici une observation que j'ai déjà faite. Cette statistique nous indique que l'influence héréditaire se retrouve fréquemment chez les phthisiques ; mais elle ne suffit pas pour déterminer le coefficient de transmissibilité de cette maladie. Elle ne nous apprend pas combien sur cent enfants issus de parents tuberculeux contractent la maladie et combien y échappent. Le fait est que cette transmission est fréquente. En consultant mes propres observations, je suis arrivé à cette conviction que quand le père et la mère sont tous deux phthisiques avant la conception de l'enfant, celui-ci hérite à peu près infailliblement de la tuberculose. Les chances fâcheuses diminuent dans une proportion assez forte, mais difficile à préciser,

quand l'un des conjoints seulement est atteint de la maladie, et que l'autre est sain et vigoureux.

Quand on calcule la puissance de l'hérédité de la tuberculose, quand on réfléchit à l'extrême gravité de cette maladie, qui ne lâche presque jamais sa victime une fois qu'elle l'a saisie, on arrive à cette conclusion que la tuberculose est peut-être la maladie qui doit peser le plus fortement dans la balance quand on suppute les chances héréditaires d'une union. Je ne vois guère que la syphilis constitutionnelle à placer sur la même ligne.

XIV.

Parmi les maladies héréditaires il ne faut pas oublier de citer le cancérisme. On peut désigner sous ce nom cet ensemble de nosorganies caractérisé par la production, au sein des tissus, d'éléments destructeurs qui ne rétrogradent jamais, qui récidivent quand on les enlève, soit sur place, soit à distance, dans les ganglions lymphatiques ou dans les organes internes, qui réagissent sur la santé générale et finissent par entraîner la mort. Cette espèce pathologique comprend, comme on le sait, diverses variétés : le squirrhe, le cancer encéphaloïde, les tumeurs épithéliales, fibro-plastiques, chondroïdes, etc.

La transmissibilité héréditaire de ces maladies ne me paraît pas douteuse, bien qu'elle soit moins constante que pour d'autres affections. Warren a observé la série suivante : dans une famille, le père mourut d'un cancer de la lèvre, le fils d'un cancer de la peau, deux sœurs d'un cancer du sein, la fille d'une de ces sœurs d'un cancer du sein, le fils d'un frère d'un cancer du mamelon (1).

Velpeau a donné des soins à trois sœurs atteintes d'un cancer du sein; leur mère était morte de la même mala-

(1) *Archiv für physiologische Heilkunde.* 1857.

die (1). Broca cite l'histoire d'une famille où sur vingt-sept personnes, il y eut seize cas de mort par le cancer (2). C'est une proportion qui dépasse le chiffre ordinaire. On peut conclure en effet des statistiques dressées par Laurence, Lebert et Pajet que, chez les sujets atteints de cancer, on ne trouve des antécédents héréditaires que dans un sixième ou un septième des cas (3).

XV.

Que dirai-je de cette redoutable diathèse que Joseph de Maistre a caractérisée dans ces phrases énergiques et vraies : « Elle agit sur le possible et tue ce qui n'existe pas encore ; elle ne cesse de veiller sur les sources de la vie pour les appauvrir et les souiller. »

La syphilis est une maladie essentiellement héréditaire. Le coefficient de transmissibilité varie pourtant suivant trois conditions principales : le père et la mère sont infectés de la syphilis, ou la mère seule porte ce vice secret, ou enfin le père seul est malade.

Dans le premier cas, c'est-à-dire quand les deux auteurs sont syphilitiques, la transmission de la maladie est fatale. Le nouvel être n'échapperait que par miracle à la souillure de ses auteurs.

Lorsque la mère seule est infectée, les chances de l'enfant ne sont guère meilleures. La mère a trop de temps, pendant les neuf mois de sa grossesse, pour imprégner le jeune être du virus dont elle est pénétrée elle-même.

Qu'arrive-t-il quand le père seul est atteint de la maladie vénérienne ? Le plus souvent il commence par infecter sa compagne ; c'est le honteux cadeau de noces qu'il apporte à

(1) Velpeau. *Traité des maladies du sein.*

(2) *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques.* Art. *Cancer.*

(3) Paget, J. On the hereditary transmission of tendencies to cancerous and other tumours (*Medical Times*, 22 août 1857)

une jeune femme innocente et pudique. Après cela, les deux époux de concert transmettent sûrement la maladie à leurs descendants. Mais il se peut que le père soit affecté d'une syphilis ancienne, constitutionnelle, qui ne se communique plus par contact. La mère échappe à la contagion; mais que devient l'enfant? Beaucoup de médecins d'une grande autorité soutiennent que le père peut infecter le nouvel être en épargnant la mère.

Quoi qu'il en soit, tout le monde sait combien l'infection syphilitique des époux est redoutable pour leur postérité. Souvent l'enfant meurt avant de naître; pour emprunter le langage de Job, il est comme s'il n'était pas, il passe du sein de sa mère dans le sein du tombeau. S'il parcourt heureusement toutes les périodes de la vie utérine, il apporte souvent en naissant les stigmates du vice héréditaire : c'est un petit être souffreteux, aux membres grêles, à la peau séche et comme parcheminée. On dirait un petit vieillard, et de fait, le pauvre petit est vieux, puisqu'il va mourir.

D'autres fois l'enfant naît frais et rose, il semble appelé à une santé aussi brillante que ses jeunes compagnons issus d'une race pure; mais l'implacable mal, après avoir sommeillé quelques mois, parfois quelques années, s'éveille et dévore sa jeune victime. Ne croyez pas que je me laisse aller à de vaines exagérations : ce sont des faits malheureusement trop fréquents dans nos sociétés modernes où les mœurs s'en vont avec la foi. On n'a vraiment qu'à se baisser pour les ramasser. Permettez-moi de vous citer deux de ces faits pris presque au hasard dans mes propres souvenirs.

Une jeune femme, issue d'une race pure et saine, avait épousé un homme de son âge et d'une santé en apparence aussi brillante que la sienne. Trois fois de suite, elle voit ses espérances de maternité trompées : au lieu d'enfants, elle met au monde des avortons de deux, de quatre et de six mois. On s'étonne de voir sortir de si tristes fruits d'une si belle union, on consulte : le mari répond à l'interrogatoire médical par des aveux tardifs et, à vrai dire, devenus inutiles pour l'homme de

l'art, car les deux époux portaient les signes irrécusables d'une infection syphilitique. Ils se soumettent à un traitement sévère et prolongé, et les sources de la vie une fois épurées, il en sort enfin une postérité viable. J'ajoute, comme une simple parenthèse, qu'un pareil traitement doit être dirigé avec une souveraine discrétion : un seul mot échappé au médecin pourrait troubler sans retour une union qui doit rester indissoluble malgré ses déboires.

Un homme d'une magnifique constitution avait prodigué au vice sa jeunesse et ses forces ; ramené un jour dans une voie plus honnête, il songea à s'entourer d'une famille régulière. Intelligent et instruit, il prit toutes les précautions pour sauvegarder la santé de sa femme et de ses enfants. Après avoir subi un traitement prolongé, il choisit à la campagne, dans une famille saine, une personne de vingt-cinq ans, d'une santé florissante. Il sortit de cette union une fille fraîche comme sa mère et d'un type achevé comme son père. Dès les premières années, elle présenta des accidents étranges qui engagèrent un homme de l'art à administrer un traitement spécifique, mais probablement insuffisant. A dix ans, elle se prit à dépérir, marquée de tous les signes d'une syphilis constitutionnelle. Les secours de l'art furent impuissants pour la sauver.

Le médecin a trop souvent la douleur d'assister à des scènes de mort ; ces tableaux passent si fréquemment sous ses regards que la mémoire ne les conserve plus, semblable à la planche du graveur, qui, à force de donner des épreuves, finit par ne plus marquer. Comme tous les médecins, j'ai vu mourir des jeunes filles et des vieillards, des hommes dans l'efflorescence de leur jeunesse et d'autres arrivés à la féconde maturité de la vie ; et tandis que ces souvenirs s'obscurcissent et s'effacent, ma mémoire conserve avec une netteté saisissante l'image déjà lointaine d'une enfant mourante, l'innocente syphilitique. L'encadrement de la scène, s'il est permis de s'exprimer ainsi, était bien fait pour la graver dans la mémoire : l'année même de sa mort, elle se

préparait à sa première communion. Au jour fixé pour ses compagnes plus heureuses, elle touchait à son déclin, mais elle voulut s'associer de loin à la fête sacrée. On l'orna, comme les autres, d'une joyeuse parure : elle reçut la sainte communion à genoux près du petit lit où elle allait mourir, communion vraiment solennelle, puisqu'elle fut la première et la dernière de sa vie. La mère, abîmée dans sa douleur, cachait son visage inondé de larmes dans les plis de la robe blanche de sa fille, et le père, debout, immobile et morne, ressemblait à la statue du remords.

En vérité, quand on envisage le but essentiel du mariage, quand on considère que deux créatures humaines s'unissent par les serments les plus solennels dans le but de transmettre la vie à de nouvelles créatures, et que l'une trompant la bonne foi de l'autre ne transmet que la maladie et la mort, on est porté à se demander si la syphilis de l'un des conjoints ne devrait pas être, en faveur de l'autre, une cause de nullité, une sorte de vice rédhibitoire. Pardonnez, Messieurs, cette expression un peu brutale ; on ne l'emploie guère que dans le langage vétérinaire, mais en vérité, elle est presque de mise ici : les médecins qui ont observé les premiers la syphilis lui ont imposé un nom emprunté à la brute (1).

XV.

Le jeune homme et la jeune fille qui se préparent à fonder une famille doivent s'enquérir attentivement du caractère, des qualités, des vertus et des vices de la personne à laquelle ils veulent unir leur vie. Si je place ces graves considérations après celles qui dérivent de l'hérédité et de la consanguinité, ce n'est pas que je ne les considère comme devant tenir le premier rang dans les préoccupations des futurs époux, c'est qu'elles se rattachent moins directement aux sciences médi-

(1) Sus.

cales. Toutefois le médecin ne peut se désintéresser entièrement de ces questions : il est impossible de séparer l'homme physique de l'homme moral, la bête de l'âme. Des considérations importantes, qui se rattachent à notre sujet, dérivent à la fois de notre double nature. Je vais rencontrer successivement les principales.

XVI.

Il serait facile de prouver que les enfants engendrés dans la douce et chaste sérénité d'une affection où l'âme a plus de part que les sens, jouissent d'une constitution nerveuse mieux équilibrée que les produits de ces unions orageuses et tourmentées dont nous avons tant d'exemples sous les yeux (1).

XVII.

Nous avons parlé longuement de l'hérédité physique ou pour mieux dire somatique ; c'est le moment de dire quelques mots de l'hérédité psychologique.

Le docteur Buchez, ancien président de la chambre nationale de France, a écrit quelque part une pensée très vraie dans sa forme un peu crue : « Il ne suffit pas que, comme » les animaux, l'homme soit engendré charnellement ; pour » qu'il soit complet, il est nécessaire qu'il soit engendré » spirituellement. » Je ne m'arrête pas aujourd'hui à la transmissibilité des facultés intellectuelles. Cette question touche aux problèmes les plus délicats de la psychologie et de la physiologie, je me propose d'y revenir plus tard ; je me

(1) Je me borne à rappeler ici les faits graves rapportés par M. Demeaux dans la séance de l'Académie des sciences du 18 novembre 1860. par M. Debubot, dans la séance du 29 octobre 1869 et par M. Vougier dans celle du 23 décembre de la même année. Tous ces faits tendent à démontrer que les enfants engendrés pendant l'ivresse du père sont frappés, dans une grande proportion, de paralysie congéniale, d'épilepsie et d'idiotisme.

borne à parler de l'hérédité qu'on peut appeler morale, ou, dans un langage figuré, l'hérédité du cœur.

Si l'on veut s'exprimer correctement, on ne peut pas dire que les enfants héritent des vertus de leurs parents. La vertu est un effort personnel, c'est pour cela qu'il est méritoire. Mais les enfants héritent incontestablement du caractère de leurs auteurs. Évoquez le souvenir des familles que vous connaissez le plus intimement : faites-les défiler lentement devant vos souvenirs. Quel spectacle curieux et instructif! Esquissons quelques types.

Voici une lignée où la note dominante du caractère est l'égoïsme; elle se retrouve à des degrés divers dans tous ses membres. Ils réservent pour eux-mêmes toutes les tendresses que leur cœur peut contenir; il ne reste pour le prochain que le fond du vase, une lie composée de fiel et d'amertune; ils s'aiment eux-mêmes jusqu'à l'idolâtrie; à l'égard de leurs semblables, ils sont jaloux, susceptibles, irritables, toujours prêts à mordre et à ruer.

Voici la famille débonnaire. Les parents et les enfants ont le cœur chaud et ouvert; on dirait qu'il s'en échappe des effluves magnétiques; ils attirent tout à eux; ils souffrent des souffrances d'autrui et ils jouissent de ses joies; ils ont la passion d'être utiles, et quand ils ne peuvent être utiles, ils sont toujours agréables. Que l'un des fils, séduit par des perspectives trompeuses, déserte la maison de ses pères, qu'il aille, comme l'enfant prodigue, se souiller à des contacts impurs, si le remords le ramène un jour au foyer domestique, il semble avoir perdu sans retour l'empreinte de sa race. Mais grattez doucement le badigeonnage du vice, et vous retrouverez l'image héréditaire, comme on retrouve un tableau de maître sous la rouille des siècles.

XVIII.

Nous avons exposé en détail les maladies physiques qui peuvent retomber des parents sur leur génération. Il y a des

maladies morales plus redoutables encore. Il en est deux surtout que je ne peux me dispenser d'indiquer à cause de leur gravité exceptionnelle : c'est l'intempérance et l'incontinence.

Le vieil Amyot avait déjà dit : « L'ivrogne ne sème rien qui vaille. » Tous les médecins savent aujourd'hui que l'alcool est un des poisons les plus redoutables pour l'économie humaine, et quand je parle de l'alcool, j'entends indiquer les boissons dont il forme le principe actif : à leur tête, les eaux-de-vie de toute espèce, puis le vin et enfin les autres boissons fermentées.

L'alcool mis en contact direct avec l'appareil digestif, est ensuite absorbé, circule en nature avec le sang, et va exercer sur tous les organes son action délétère. Elle est longue la liste des maladies que cet agent peut déterminer ; indiquons les sommairement :

Du côté de l'appareil digestif, la dyspepsie, le catarrhe de l'estomac avec vomissement matutinal, la gastrite ulcéreuse, l'entérite, la dégénérescence graisseuse du foie (1), la cirrhose (2).

L'appareil respiratoire nous présente la laryngite, la bronchite, la pneumonie aiguë et chronique ; le système circulatoire, l'hypertrophie du cœur, l'état graisseux de cet organe, les altérations valvulaires.

Mais c'est surtout l'appareil nerveux qui devient le siége des altérations les plus graves. La prédominance des maladies du cerveau, chez les alcoolisés, s'explique avec une merveilleuse facilité : d'un côté le tissu nerveux est le plus délicat, le plus irritable des tissus vivants ; d'un autre côté, les recherches de MM. Périn et Lallemand ont démontré

(1) Sur 90 autopsies d'ivrognes, M. Lancereaux a constaté 70 fois cette altération de la glande hépatique.

(2) M. Bamberger analysant 34 observations de cette maladie grave, ou pour parler plus exactement, toujours mortelle, a reconnu 10 fois, commo cause, les abus alcooliques.

que le cerveau a une affinité particulière pour l'alcool (1). Aussi rien de plus commun chez les buveurs, que le délire aigu, l'épilepsie, la folie, et spécialement la folie paralytique.

En m'arrêtant quelques instants sur le rôle pathogénique des boissons spiritueuses, je ne commets pas un hors-d'œuvre ; il en ressort en effet une conclusion afférente à notre sujet : quelle génération peut-il sortir d'un homme dont tous les organes ont subi cette profonde dégradation ? Voici ce que la pathologie répond à cette question : les descendants d'ivrognes fournissent une proportion énorme de produits atrophiés, d'épileptiques, d'idiots, d'aliénés de tous les genres et spécialement de fous paralytiques. Quelques exemples montreront d'une manière plus saisissante la triste réalité de ces dégénérescences héréditaires.

J'ai pu constater, dit notre illustre compatriote, Guislain, l'origine de toute une génération d'aliénés, composée de différents frères et sœurs, tous issus d'une mère qui avait fait une consommation si considérable de liqueurs fortes, que pendant toute une série d'années, elle se trouva dans un état d'ivresse complète. Jamais cette femme n'avait été aliénée ; son mari ne l'avait pas été, pas plus qu'aucun membre de leur famille, de manière que toute une descendance d'aliénés était directement le résultat de cette union (2).

X... appartient à une excellente famille ouvrière, dit M. Morel ; il s'est adonné de bonne heure aux excès de boissons. Il est mort après avoir passé par tous les degrés de l'alcoolisme. Marié à une femme bien portante, il a laissé sept enfants. Les deux premiers sont morts en bas âge, à la suite de convulsions ; des cinq suivants, trois sont aliénés,

(1) Quand on sacrifie un animal alcoolisé, on trouve constamment une proportion beaucoup plus considérable d'alcool dans le cerveau et dans le foie que dans les autres organes, et même que dans le sang qui en est le véhicule. (L. Lallemand, M. Pèrin et J. Duroy. Du rôle de l'alcool etc. dans l'organisme. Paris 1860).

(2) *Leçons sur les phrénopathies*, t. II.

un quatrième est bizarre, d'un caractère misanthrope, et le cinquième est en proie à un *spleen* désespéré (1).

F..., dit Marcé, âgé de 50 ans, admis six fois à Bicêtre, pour des troubles cérébraux consécutifs à des excès alcooliques prolongés pendant vingt ans, a eu seize enfants : quinze sont morts, deux à la suite de la rougeole, deux à la suite de maladies de langueur, tous les autres d'accidents cérébraux ; aucun n'a dépassé trois ans. L'enfant qui reste est épileptique et scrofuleux.

Un homme ayant éprouvé à diverses reprises des symptômes d'aliénation mentale dus à des excès alcooliques, se marie deux fois. De sa première femme, il a seize enfants, dont quinze meurent avant un an, au milieu de convulsions; le survivant est épileptique. De sa seconde femme, il a eu huit enfants : sept ont succombé à des convulsions; le survivant est scrofuleux (2).

B..., dit le docteur Comtesse, présente ainsi que sa femme, les attributs d'un tempérament sanguin, d'une forte constitution. Il a fait des excès alcooliques depuis sa jeunesse. Des neuf enfants issus de son mariage, cinq sont morts dans des convulsions pendant l'allaitement. Parmi les survivants, le troisième est d'un caractère extrêmement irritable, les deux derniers sont scrofuleux (3).

L'incontinence des jeunes gens est toujours une honteuse préparation à l'union conjugale, mais quand ils la poussent à ses limites extrêmes, elle est directement hostile au but même de cette institution. Enfants prodigues, ils se ruinent avant même d'avoir le droit de disposer de leurs biens : l'un jette sa vie aux courtisanes, comme l'homme ivre qui rejette des vins précieux dans un vase immonde; l'autre, comme Onan,

(1) *Traité des dégénérescences physiques, intellectuelles et morales de l'espèce humaine*, par le docteur Morel, médecin en chef de l'asile de Saint-Yon.

(2) Marcé. *Traité pratique des maladies mentales.*

(3) Alphée Comtesse. *Thèse pour le doctorat en médecine.*

la dépense *dans des convulsions solitaires, que le ciel et la terre*, dit Lacordaire, *se détournent pour ne pas voir* (1). Tous deux arrivent au même épuisement. Si on les amène un jour à courber, sous la bénédiction du prêtre, un front découronné de la chasteté, ils ne peuvent plus aspirer aux honneurs de la paternité.

XVIII.

Avant de terminer cette question, je dois rencontrer deux objections qui se sont sans doute présentées à votre esprit : s'il est vrai que les difformités et les maladies des parents descendent de génération en génération, et qu'il suffit que l'un des deux époux soit atteint de quelque vice constitutionnel pour l'imprimer à sa race; s'il est vrai surtout que quand les deux conjoints offrent la même disposition morbide, elle s'élève à une puissance formidable pour leurs descendants, comment l'espèce humaine n'est-elle pas la proie de maladies sans cesse aggravées, comment la multiplication des difformités ne donne-t-elle pas naissance à des monstres qui épouvantent l'humanité?

Deux lois providentielles concourent à sauvegarder l'espèce humaine : l'une concerne les dégénérescences profondes, irrémédiables, l'autre, les altérations de l'organisme moins avancées, susceptibles encore de régression. Ces lois s'appliquent du reste au monde vivant tout entier.

La première peut se formuler ainsi : lorsqu'un être vivant est atteint d'une dégénéressence profonde, il est frappé de stérilité; quand il meurt, il meurt tout entier : la dégénérescence reste individuelle, elle est arrêtée dans l'espèce.

Remarquons-le en passant, Messieurs, il en est heureusement de même dans le monde moral. Si l'erreur, qui est une véritable monstruosité, jouissait de l'immortelle fécondité de la vérité, elle couvrirait bientôt la terre; mais elle est infé-

(1) *Conférences de Notre-Dame*. De la Chasteté.

conde; elle n'engendre rien, et après un règne passager, elle s'éteint dans sa honteuse stérilité.

Voici la seconde de ces lois divinement conservatrices : les êtres vivants altérés dans leur structure ou dans leurs qualités ont une tendance naturelle à revenir à leur type normal, quand ils sont placés dans des conditions convenables. Il est bien entendu que ces altérations se sont arrêtées à une certaine limite, d'ailleurs difficile à préciser. Voyez ce qui se passe autour de vous : l'homme est parvenu à modifier, dans des proportions souvent considérables, l'organisme des espèces domestiques; il suffit de rappeler les innombrables variétés qu'il a obtenues du cheval, du bœuf et du chien primitifs (1). Si ces animaux échappent un jour à son influence, s'ils sont rendus, par exemple, à la liberté des forêts impénétrables ou aux prairies sans limites de l'Amérique, ils reviennent graduellement au type primordial.

L'espèce humaine bénéficie largement de cette loi; c'est ainsi que nous voyons tous les jours deux époux d'une constitution normale, mais quelque peu amoindrie, donner naissance à des enfants d'un développement plus complet que le leur; c'est ainsi encore que l'homme atteint d'une difformité, d'une diathèse ou d'une maladie transmissible, en s'alliant à une femme d'une belle constitution et d'une santé complète, voit cette difformité, cette diathèse ou cette maladie, s'amoindrir et peut-être disparaître dans ses enfants.

C'est dans cette loi que réside le secret de l'amélioration constitutionnelle des familles, des races, et des peuples. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'observation des prescriptions d'une hygiène bien entendue concourra puissam-

(1) Nous désignons souvent ces modifications sous le nom de perfectionnement de l'espèce; il y a peut-être plus d'orgueil que de vérité dans cette expression. Pour satisfaire à nos besoins, à nos plaisirs, à nos caprices quelquefois nous développons chez le cheval ou chez le chien certains appareils, nous en atrophions d'autres, mais ces modifications sont toujours au détriment du type primitif.

ment à cet heureux résultat (1). Au reste il ne faut pas se faire illusion : une difformité ou une diathèse, stéréotypée dans une race,ne disparaît pas toujours aussi rapidement que les intéressés pourraient le désirer; c'est souvent l'œuvre de plusieurs générations. Carliste a tracé la généalogie d'une famille dans laquelle on n'a obtenu la disparition de doigts et d'orteils surnuméraires que chez les arrière-petits-fils.

XIX.

Je mets fin à ces longues considérations, non sans quelque sentiment de tristesse. Le rôle du médecin est souvent ingrat : pour montrer les merveilles de l'organisme humain, il doit, comme Galien, en disséquer les muscles, les vaisseaux et les nerfs; du chef-d'œuvre de la création, il fait presque un objet d'horreur pour les regards délicats. Pour montrer la dignité de la paternité et les obligations qu'elle impose, le médecin dissèque le mariage : il met à nu les disgrâces, les infirmités, les souffrances qui peuvent affliger ses produits. Voilà ce qu'il fait de cette gracieuse institution, sortie, aux jours d'innocence, d'une bénédiction de Dieu, restaurée et sanctifiée après la chute par le divin Réparateur de toutes choses.

Quel résultat le médecin peut-il attendre de ces tristes études? Ce serait une illusion bien naïve de croire qu'il suffit, pour sauvegarder la vie et la santé des générations nouvelles,

(1) Il serait facile de trouver de nombreux exemples à l'appui de cette thèse. Je me borne à rappeler qu'une des maladies constitutionnelles les plus hideuses, l'une des plus sûrement héréditaires (*a*), la lèpre, a presque complétement disparu de l'Europe sous la double influence des croisements intelligents et des prescriptions de l'hygiène.

(*a*) MM. Daniell et Boeck qui ont eu l'occasion d'observer la lèpre en Norwége, où elle persiste encore, ont constaté 127 fois l'hérédité sur 145 cas de cette maladie. *Traité de la Spedalskhed ou Eléphantiasis des Grecs.* 1848).

d'instruire les jeunes gens de leurs obligations, de leur indiquer les écueils qu'ils doivent éviter. Non, l'instruction seule n'a jamais sauvé personne. En leur montrant la règle, il faudrait leur donner la force de la suivre, il faudrait leur infuser la vertu avec la science.

Toutefois ne nous lassons jamais de semer la vérité. Elle laisse souvent les masses indifférentes, mais elle trouve toujours quelque cœur ouvert pour la recevoir et préparé à la suivre. Il se rencontre encore çà et là un jeune homme qui, au moment de sortir de la vie individuelle pour entrer dans la vie à deux, peut se recueillir dans le calme des sens et la liberté de l'esprit, méditer et accepter le devoir. C'est celui à qui une discipline austère a conservé la souveraine maîtrise de ses passions : dans le gouvernement de sa vie, l'âme n'a pas abdiqué au profit de la bête (1).

Dr Lefebvre,
prof. à l'Univ. cath. de Louvain.

(1) J'ai le regret d'avoir connu trop tard la belle étude que M. Arcelin, secrétaire perpétuel de l'Académie de Mâcon, a publiée dans le numéro d'octobre 1877 de la *Revue des questions scientifiques*. J'aurais pu y puiser des indications précieuses.

LES ÉLOGES HISTORIQUES

DE M. DUMAS.

SUITE ET FIN (1).

L'éloge historique d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, lu devant l'Institut le 26 novembre 1872, mettait l'éminent biographe en présence de deux écueils assez redoutables. Le savant dont il allait analyser les travaux s'était voué tout entier à l'histoire naturelle, et ce domaine des connaissances scientifiques, on le sait, n'est pas celui auquel M. Dumas a consacré spécialement ses puissantes facultés. D'un autre côté, l'habile naturaliste portait un nom célèbre, peut-être un peu écrasant, celui de son père, l'illustre Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire, l'émule et le contradicteur de Cuvier; il était difficile, en parlant du fils, que le souvenir du père ne vint pas flotter d'une manière inopportune entre l'orateur et son auditoire.

Mais toutes les sciences, lorsqu'on les envisage d'un point de vue élevé, du haut de ces sommets où se complaît la pensée des maîtres, ont entre elles des rapports, des liens philosophiques. La méthode pour y découvrir la vérité, la combinaison habile de l'observation patiente et de la géné-

(1) Voir la livraison précédente, page 576.

ralisation hardie, l'enchaînement logique des diverses parties de la science, les réactions de chacune d'elles sur les autres branches de nos connaissances et ses conséquences au point de vue général, ce sont là de ces hauts domaines où un Ampère se rencontre avec un Cuvier, où un Dumas peut converser avec un Geoffroy-Saint-Hilaire. Ajoutons que les travaux d'Isidore, prolongement et complément de ceux de son père sur bien des points, se distinguent comme ceux-ci par une portée philosophique remarquable, par une connexion intime avec quelques-unes des questions élevées et capitales dont l'humanité ne saurait se désintéresser.

L'autre difficulté, M. Dumas l'a abordée de front ; loin de fuir un parallèle qui s'offrait trop spontanément à l'esprit, il s'en empare et nous donne, à propos des écrits d'Isidore Geoffroy, l'histoire des doctrines scientifiques dans cette illustre famille, l'influence des travaux paternels sur ceux du fils, et une belle étude sur les génies si divers de ces deux hommes, sur leur manière si différente de comprendre l'exploration des domaines inconnus dans la nature animée : « Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire avait une âme de feu ; toutes ses créations portent l'empreinte de la fougue et de la spontanéité. Son fils avait le travail soutenu, la décision lente et réfléchie. Erigeant, chacun à leur manière, une statue à la vérité, l'un tirait du moule le bronze encore brûlant ; l'autre, avant d'y toucher, attendait qu'il fût refroidi.

» Aussi, lorsque son fils essayait ses premiers pas sur le terrain de la science, alors que lui-même avançait vers le terme de sa carrière, Étienne Geoffroy se montrait-il de plus en plus ardent à la recherche des lois de l'organisation, tandis que son fils, dont la jeune imagination aurait pu s'enflammer, devenait de plus en plus réservé. Celui que l'âge aurait dû calmer était plein d'ardeur ; celui que les illusions du début auraient pu enivrer se montrait circonspect. Le père voulait deviner la nature par des inspirations soudaines, et il y parvenait souvent ; le fils voulait prouver,

par des raisons solides, que son père avait deviné juste, et souvent aussi il avait le bonheur d'y réussir.

» Si le dévouement du fils pour la défense des découvertes de son père n'avait rien qui pût surprendre, il n'en était pas de même des sentiments de ce respect, un peu étonné, que lui accordait en retour le hardi novateur. Il comprenait mal que ce fils prudent ne voulût pas s'élancer dans l'espace, mais il était charmé de le voir marcher d'un pas sûr et ferme à travers les terres mal connues du domaine paternel, et de reconnaître qu'il y traçait des chemins où désormais personne ne pourrait s'égarer.

» Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire concevait sa pensée d'un premier jet et la formulait d'un seul trait par quelques paroles imagées qui ne s'oubliaient plus. Son fils attendait pour conclure d'avoir contrôlé toutes les données du problème et vérifié la suite entière de son raisonnement. »

Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, né à Paris le 16 octobre 1805, appartenait donc à une de ces familles remarquables, comme celles des Cassini, des Jussieu, des Bernoulli, où les traditions scientifiques se perpétuent; circonstance qui se rencontre particulièrement, suivant une remarque judicieuse de M. Dumas, chez les familles *installées* dans une demeure et au milieu d'appareils consacrés à l'étude; dans un observatoire, un musée, un laboratoire, etc.... L'enfant, dès que son esprit s'éveille, voit et touche sans cesse mille objets qui sollicitent sa curiosité et portent son avide intelligence vers les champs que féconde le travail paternel. L'époque était d'ailleurs bien favorable. C'était le moment où le Muséum d'Histoire naturelle donnait vraiment le branle aux recherches scientifiques, l'instant des Étienne Geoffroy, des Haüy, des Lamarck, des Cuvier, des Vauquelin ; on y faisait alors, suivant un mot fameux, « une découverte par semaine. » Il n'est pas étonnant que l'intelligence précoce du jeune Geoffroy, se développant dans un pareil milieu, soit arrivée rapidement à pousser ses investigations dans le domaine exploré par son illustre père; mais on s'explique

aussi comment, en contact avec des naturalistes doués de qualités si diverses, cette intelligence se soit approprié quelque chose de chacun d'eux, et ait tempéré la fougue inventive et l'imagination impétueuse d'Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire par une méthode plus positive et plus patiente.

Cette différence de tempérament scientifique se manifeste à chaque pas, dans les études d'Isidore Geoffroy sur l'un des sujets favoris de son père, les *monstruosités* ou les anomalies de l'organisation.

Un des premiers et intéressants travaux d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire se rapporte aux questions que soulève l'existence des nains et des géants. Les limites de la taille humaine ont-elles réellement varié? Que faut-il penser de ces traditions que l'on retrouve chez tous les peuples, de races exiguës ou gigantesques?

Isidore montre que ces variations de taille sont, en somme, circonscrites dans d'étroites limites. Depuis le nain du roi de Pologne, porté à l'église le jour de sa naissance dans une assiette et dont un sabot devint le berceau, depuis les nains connus de l'antiquité romaine, jusqu'à Geoffrey Hudson, le nain d'Henriette d'Angleterre, la taille de ces petits êtres varie entre deux et trois pieds. Pour ce qui est des géants, d'étranges exagérations ont été débitées sur leur compte. En 1718, Henrion, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, calculait qu'Adam devait avoir eu une taille de *cent vingt-trois pieds neuf pouces*; Ève, cent dix-huit pieds neuf pouces neuf lignes; Noé, déjà quelque peu raccourci, ne dépassait guère cent pieds. Les prétendus restes de Polyphème à Trapani, trouvés au XIVe siècle, conduisaient à attribuer à ce monstre trois cents pieds de haut, etc.. Des ossements fossiles de grands mammifères éteints ont, vraisemblablement, servi de base à ces croyances populaires. Geoffroy-Saint-Hilaire démontre, dans son travail, que la taille de l'homme a de tout temps été comprise, en moyenne, entre cinq et six pieds. Les géants de sept pieds sont très peu communs, ceux de huit, excessivement rares,

et quand on s'élève jusqu'à neuf pieds on ne rencontre plus dans les chroniqueurs que des récits offrant peu de garanties.

Les études de Geoffroy sur les monstruosités l'ont conduit encore à des lois d'une réelle importance. Ainsi, d'après lui, une monstruosité ne se constitue jamais d'un organe absolument nouveau ; toutes sont, ou des développements excessifs, ou des arrêts, quelquefois des soudures, d'organes entrant essentiellement dans la constitution naturelle de l'être : la nature ne se joue pas a créer de vrais monstres. L'examen du phénomène curieux offert par les Frères Siamois lui révéla aussi l'existence d'une sorte d'attraction mystérieuse qui porte les membres de même espèce à s'unir entr'eux. C'est là ce qu'il appela « l'attraction de soi pour soi. »

L'entrée d'Isidore à l'Institut, en 1833, déjà justifiée par ces laborieuses recherches, fut l'occasion d'un épisode assez touchant : « Gay-Lussac nous présidait, raconte M. Dumas, et l'illustre père du jeune candidat occupait près de lui le fauteuil de la vice-présidence. Les bulletins étaient recueillis, et, selon l'usage, Gay-Lussac les avait comptés, lorsque, par une inspiration heureuse, il se lève et demande à l'Académie la permission de céder à M. Geoffroy, dont l'émotion fut extrême, le soin de les dépouiller et la joie de proclamer le nom de l'élu. »

Si l'élévation d'Isidore Geoffroy au fauteuil académique parut alors un peu prématurée, il la justifia largement dans la suite, non-seulement par son zèle à poursuivre les applications utiles de la zoologie, comme lorsqu'il fonda à Paris le Jardin d'Acclimatation, ou lorsqu'il se livra à d'actives démarches et même à de grandes recherches historiques pour faire entrer la viande de cheval dans l'alimentation publique ; mais par des travaux suivis et sérieux sur la domestication des animaux, sur la classification zoologique, sur les doctrines encore mal connues de son père Étienne. Plusieurs de ces travaux le mirent en présence de ces grandes questions de philosophie zoologique qui touchent de si près à celle de l'origine et de la destinée de l'homme :

telle est, par exemple, celle de la fixité ou de la variabilité des espèces. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, mieux qu'aucun autre, avait étudié les influences que l'hérédité et les anomalies peuvent exercer sur les caractères d'une race animale, il n'en considérait pas moins la variabilité comme extrêmement limitée, au moins dans les conditions actuelles de la vie sur notre globe, et la fixité des espèces comme une des bases de la science.

Mais c'est surtout en traçant, dans son *Histoire générale des règnes organiques,* celle des idées philosophiques et des doctrines scientifiques de son illustre père, que le savant naturaliste, s'élevant à une hauteur remarquable, trouva l'occasion d'exposer nettement ses idées sur les questions les plus graves de la science, de préciser dans ses justes limites la doctrine de l'*Unité de plan* et de protester contre les fausses conséquences qu'on en tirait déjà :

« S'il est plus facile d'affirmer que de démontrer qu'un seul plan ait été suivi dans la création de tous les êtres, sans exception, il est incontestable que les animaux, les plantes, les minéraux et même les productions de la chimie offrent de vastes groupes dont toutes les espèces peuvent être rapportées à un même type. L'unité de plan qui préside à la constitution des vertébrés, mise en pleine évidence par Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire, reparaît dans chacun de ces groupes et constitue une loi de la nature.

« Mais, loin de considérer cette formule comme mettant une entrave à la liberté du créateur ou comme imposant une gêne à sa puissance, l'illustre anatomiste voyait dans la découverte de ce principe nouveau, au profit de la pensée humaine, un pas de plus vers la connaissance de Dieu.

» Son fils rappelle avec raison, à ce propos, que Newton, si profondément religieux, après avoir admiré l'unité de plan qui règne dans les cieux, après l'avoir signalée comme démontrant l'intervention de l'intelligence et de la sagesse de l'Être toujours vivant, en reconnaît une nouvelle preuve dans cette autre unité de plan et d'exécution, signe caractéristique de toute beauté, qui s'observe chez les animaux.

» Isidore Geoffroy, s'éloignant de quelques naturalistes qui avaient appartenu à l'école de son père, démontre de plus, dans cet ouvrage, que celui-ci n'a jamais mis en doute l'unité de l'homme, et qu'il n'a pas considéré le genre humain comme formé de plusieurs espèces qui auraient paru sur la terre en des temps et des lieux différents. Il va plus loin même, à ce sujet, comme s'il prévoyait que les doctrines de sa famille seraient un jour travesties, et comme s'il voulait protester d'avance contre cette humiliation et cette douleur. Il s'était déjà séparé, dans sa jeunesse, de ces savants qui classent l'homme dans le règne animal, en considération de sa nature physique, sans tenir compte de sa nature morale. Dans ses derniers écrits, notre confrère veut même qu'on fasse de l'homme un seul règne, le *règne humain*, le soustrayant ainsi à cette étude brutale qui, ne prenant dans l'homme que ce qui n'est pas l'homme, sa chair périssable et mortelle, ne sait plus comment le distinguer des animaux.

» Haller, le premier et presque le seul de son temps, avait compris la faute involontaire commise par Linné, qui, tout en appelant l'homme le sage par excellence, *Homo sapiens*, ne le plaçait pas moins à la tête du règne des animaux et parmi eux. Il n'ose pas, s'écriait Haller, indigné de cet abus de la classification, il n'ose pas affirmer que l'homme n'est pas un singe et que le singe n'est pas un homme! Notre confrère se fût mis du côté de Haller et non de celui de Linné, et il n'eût pas accepté pour l'homme cette origine bestiale dont il convient de laisser la gloire et le profit moral aux écoles de l'Allemagne où elle est en honneur. »

La vie d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, cette vie illustrée par des travaux si méritoires, embellie par le charme d'une union heureuse, par l'intimité d'une famille où le cœur et l'intelligence étaient à un égal niveau, fut traversée et plus tard empoisonnée par les chagrins domestiques les plus poignants. En perdant son père, Isidore perdait le principe de sa vie scientifique, l'orgueil de son nom; peu d'années après, Madame Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire disparaissait à son

tour, emportant toutes les joies et toutes les affections de son illustre époux. Depuis lors, celui-ci ne fit plus que traîner une existence devenue odieuse. Malgré tous les grands devoirs qui le retenaient, tous les grands travaux qui le sollicitaient, il ne pouvait plus supporter « ces heures qui s'écoulaient glacées et ces soirées devenues tristes, dans ce sanctuaire plein de souvenirs où la moindre agitation de l'air rappelait le frôlement discret de l'ange du foyer, envolé pour toujours. » A cinquante-cinq ans, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire s'éteignait, consumé par une douleur que le temps n'avait pu endormir.

Nous voici au dernier des éloges publiés jusqu'ici par M. Dumas, celui d'Auguste de La Rive,le physicien génevois, éloge lu à la séance publique du 28 décembre 1874. Le savant distingué dont M. Dumas avait à retracer la vie n'occupe pas, dans la galerie des esprits voués aux recherches naturelles, une de ces places éminentes que personne ne disputera à un Faraday ou à un Élie de Beaumont. Cette circonstance a-t-elle stimulé l'ambition du savant secrétaire perpétuel? Je ne sais, mais il semble que cet éloge soit un des plus parfaits qu'il nous ait donnés. Nulle part M. Dumas n'a poussé aussi loin la netteté de l'exposition scientifique, l'art de faire apprécier le mérite d'un savant, le milieu qui l'entoura, l'enchaînement de sa vie et de ses doctrines; nulle part il ne s'est élevé plus haut dans l'expression imagée et éloquente des plus nobles sentiments de l'humanité. J'espère que mes lecteurs partageront cette impression en parcourant les quelques pages qu'il me sera possible d'emprunter à ce beau travail.

Arthur Auguste de La Rive appartenait à cette ancienne et puissante famille des de La Rive de Genève, dont un des ancêtres fut autrefois exilé de la république pour avoir, en secret, pratiqué la religion catholique à Genève, dans un temps où l'intolérance de Calvin y régnait sans partage. Vers la fin du dernier siècle, les prédilections des de La Rive

commencèrent à se tourner vers l'étude des sciences; la mère de Saussure, la femme de Bonnet, appartenaient à cette famille distinguée : « La tradition veut même, dit M. Dumas, qu'elles aient exercé une grande influence, l'une sur son fils, ce qui est conforme aux lois de la nature; l'autre sur son mari, ce qui depuis longtemps, comme on sait, est conforme à l'usage et à la raison. »

Le père d'Auguste, Charles Gaspard de la Rive, fut le premier toutefois qui s'adonna aux sciences d'une manière spéciale. Les circonstances politiques le poussèrent dans l'étude de la médecine, d'où il passa à la chimie et à la science de l'électricité. C'était le bon moment : il se trouva associé aux découvertes d'Oerstedt et d'Ampère. Très dévoué à l'enseignement, assez opulent pour se donner le luxe d'un laboratoire richement outillé, il savait donner à ses leçons un attrait qui ne fut pas sans influence sur la culture scientifique dans son pays : « Gaspard de La Rive était affable, bienveillant, paternel et de bonne humeur; la joie que lui faisait éprouver une expérience bien conduite, la satisfaction qu'il éprouvait à se voir bien compris, étaient tellement communicatives, qu'on était tout surpris, après avoir entendu cet homme de bien, qui n'avait pourtant parlé que de chimie, de sentir qu'on sortait meilleur de ses aimables leçons. Mais comment en aurait-on oublié le côté moral, lorsqu'on voyait le premier syndic, le chef de l'État, possesseur d'une grande fortune patrimoniale, se montrer le plus exact des maîtres dans l'accomplissement d'un devoir journalier, sans autre mobile que la science, sans autre récompense que le respect? Les désœuvrés que le sort a favorisés dès le berceau, et qui n'y voient souvent qu'un moyen de jouir, ignorent ce que leur réserverait le noble culte du savoir et l'enseignement désintéressé de la jeunesse. Les peuples attendent cette aristocratie nouvelle qui, les guidant à travers la sagesse des temps anciens et la science des temps nouveaux, leur ouvrira dans le domaine de l'intelligence les terres inconnues dont la conquête ne lèse aucun droit, ne dépouille personne et ne fait pas de vaincus. parce qu'elle profite à tous. »

On était en 1820, et la *Bibliothèque britannique* fondée par Pictet recueillait partout, pour les répandre dans le public studieux, les nouvelles scientifiques. Elle annonça, un jour, que le savant danois Oerstedt avait découvert l'action de l'électricité sur l'aiguille aimantée. C'était le premier exemple de l'action d'un impondérable sur un autre ; l'exclamation de Pierre Prévost, *Novus rerum nascitur ordo*, n'avait rien d'exagéré. M. Dumas raconte, encore ému de ces grands souvenirs, comment il assista avec Arago, Saussure, Pictet, aux expériences que G. de La Rive institua dans son cabinet pour vérifier la découverte d'Oerstedt, et comment la conviction et la stupéfaction furent unanimes chez les assistants. Mais ce n'était rien encore : quelques jours après, Ampère s'empare de la conquête d'Oerstedt et en fait jaillir ses immortelles découvertes. Pendant ce temps, de La Rive suit et reproduit jour par jour les appareils et les expériences d'Ampère. C'est à ce moment que son fils Auguste, né en 1801 et étudiant à l'époque dont nous parlons, subissait son examen devant cette curieuse commission de 70 membres, si bien décrite par M. Dumas, où se rencontraient les professeurs de l'Académie de Genève et les membres de la Vénérable Compagnie des Pasteurs, attestant dans ce petit État de Genève une heureuse alliance entre la religion et la science, dont les traditions aujourd'hui sont, hélas! bien oubliées. On juge des vives impressions qu'un tel ébranlement dans le monde scientifique excita, à cet âge, sur l'heureuse et avide intelligence d'Auguste de la Rive. Aussi les circonstances le mirent-elles bientôt en relation avec Ampère.

On sait que l'illustre savant français, frappé profondément de la découverte d'Oerstedt, imagina immédiatement de la rattacher à des courants électriques circulant dans l'aimant. Le 4 septembre 1820, Arago annonçait à l'Académie de Paris le phénomène observé par le savant danois ; le 25, Ampère lisait et exécutait devant elle ses étonnantes expériences sur l'action réciproque des courants, et de la terre sur les courants. « Il est impossible, raconte M. Dumas, de

se figurer jusqu'où était portée, en pareille circonstance, la contention de son esprit. On voyait alors cet homme qu'on appelait distrait, isolé, pendant de longues heures, dans une méditation profonde, traversant, au milieu des siens, ses occupations ou les devoirs de la vie dans une sorte de somnambulisme; oubliant tout jusqu'au moment où la vérité, se faisant jour, le délivrait de cette obsession. » Auguste de la Rive était pour quelque chose dans cette opiniâtre recherche: la première communication d'Ampère renfermait une théorie ingénieuse mais trompeuse, dont de La Rive avait soupçonné le défaut, et, transformant l'expérience du savant français, il avait démontré le néant de son explication. Ampère, toutefois, eut bientôt triomphé de la difficulté; le mémoire où Auguste de La Rive publia ses expériences contenait aussi la formule féconde par laquelle Ampère les rattachait à son système.

Un autre grand physicien, dont M. Dumas nous a fait apprécier la part considérable aux progrès de l'électricité, Faraday, se trouva aussi en relation avec de la Rive. Celui-ci avait deviné, dans l'humble jeune homme qui accompagnait alors Davy comme un simple domestique, une de ces intelligences créatrices destinées à laisser dans le champ de la science un sillon ineffaçable.

Ce n'était pas seulement la communauté d'objet dans leurs recherches spéciales qui rapprochait ces nobles esprits; c'était encore, et on peut leur associer sous ce rapport leur illustre biographe, la même manière de comprendre le rôle et l'importance capitale des doctrines scientifiques à notre époque, non-seulement par l'éclat de leurs applications, mais par les liens chaque jour plus étroits qui les unissent aux questions les plus graves et les plus élevées de la philosophie, à la prospérité matérielle et au perfectionnement moral des nations, aux principes mêmes qui font la vie de l'humanité. Citons ces belles pages de M. Dumas sur l'intervention actuelle de la science dans les problèmes qui préoccupent les penseurs, sur la nécessité pour ceux à qui sont confiées les destinées

morales des peuples, d'en suivre de très près les efforts, afin de l'empêcher de s'égarer dans des rêves à la fois puérils et dangereux. On trouverait difficilement une préface mieux appropriée à la *Revue* même où j'écris ces lignes, une justification plus éloquente, plus autorisée de la pensée à laquelle la *Société scientifique de Bruxelles* doit sa naissance :

« Il y a un demi siècle, la science, pleine de promesses pour ceux qui en avaient sondé les mystères, ne disait encore rien au commun des hommes; son langage était peu compris, même de ceux qui tenaient dans leurs mains les destins des nations. On en regardait les démonstrations et les découvertes d'un œil distrait, en passant, et l'on disait : Que m'importe cela?

» Bientôt, cependant, la vapeur couvrait les mers de rapides vaisseaux; les chemins de fer sillonnaient le continent, la pensée circulait d'un hémisphère à l'autre, portée par le souffle muet du télégraphe électrique; la betterave de nos climats glacés bravait la canne à sucre des régions équatoriales; le gaz éclairait nos rues; des sels fossiles fécondaient les terres les plus arides, et les couleurs tirées de la houille déposaient sur les tissus légers des teintes qui rivalisent avec les plus fraîches nuances des fleurs. Mais aussi les navires à voiles pourrissant dans les ports, les messageries au repos, les routes délaissées, les colons menacés de ruine, tous ces signes d'une puissance irrésistible et sans cesse agissante, avertissaient les héritages et les familles qu'il fallait compter avec la science et ne pas répéter au sujet de ses découvertes : Que m'importe cela?

» En même temps, le fer, l'acier, produits en abondance et perfectionnés, la poudre et les matières incendiaires ou fulminantes rendues maniables; les armes de guerre converties en instruments de précision d'une portée inconnue et d'une puissance monstrueuse, devenaient des engins de dévastation, des instruments de mort et de domination. Devant les maisons en ruine, les moissons incendiées, les tombes sanglantes, devant ces longues caravanes de compatriotes en pleurs,

condamnés à l'exil, comment méconnaître encore que la science est devenue une force redoutable, et comment répéter de nouveau, quand on a mission de gouverner les peuples comme politique ou de les défendre comme soldat : Que m'importent ces découvertes?

» Enfin, une nouvelle conception de l'univers, reposant sur l'existence des atomes, derniers représentants de la matière, et sur les vibrations de l'éther, dernier symbole de la force, a conduit certaine école à réchauffer des doctrines que la Grèce avait vues naître, et que Lucrèce traduisit en beaux vers pour convertir l'aristocratie voluptueuse de Rome en disciples d'Epicure. Dans son antique matérialisme, le poète latin s'écrie : « Il ne se réveille plus, celui qui s'est endormi dans la mort. Nous n'avons que l'usufruit de la vie, sans en avoir la propriété. Quand le corps périt, il faut que l'âme elle-même se décompose; elle se dissout dans les membres. L'âme meurt tout entière avec le corps, et c'est en vain que, dans un tumulte effroyable, la terre se confondrait avec la mer, la mer avec le ciel; rien! rien ne pourrait la réveiller! »

» Le matérialisme moderne, se contentant de rajeunir les formules d'Épicure et de Lucrèce, considère le monde comme le produit fortuit de l'arrangement des atomes; l'homme, comme le terme supérieur de l'évolution naturelle des formes organiques; la vie, comme une modification spontanée de la force; la naissance, comme le début d'un phénomène; la mort comme sa fin. Lorsque, en conséquence de cette philosophie lamentable, la justice n'est plus qu'une convention sociale; la conscience, un fruit de l'éducation; la charité, l'amitié, l'amour, des formes variées de l'égoïsme, quiconque a charge d'âmes ne doit plus passer à côté de la science en détournant la tête et ne peut plus dire : Que m'importent ces doctrines?

» Ces émotions de l'esprit humain, considérables, persistantes, dérivent de notions conformes à nos connaissances, touchant la matière et la force, et des conséquences fausses qu'on en tire comme si elles représentaient la vérité absolue.

Lavoisier, étudiant les actions chimiques, la balance à la main, a prouvé, il est vrai, que dans chacune d'elles le poids des substances produites est égal au poids des substances employées. Acceptons comme une vérité philosophique cette découverte de son génie : la matière est pesante, l'homme n'a jamais rien créé ni rien détruit qui fût pesant; dans la nature, depuis que l'univers a reçu sa forme actuelle, rien ne se perd, rien ne se crée de ce qui est pesant; la matière se déplace, change d'aspect ou d'état; elle ne périt pas. En serait-il de même à l'égard de la force? »

Après avoir montré que tous les progrès de la science actuelle semblent autoriser à conclure par l'affirmative, et indiqué la part d'Auguste de La Rive dans cet important résultat par ses recherches sur l'oxidation des métaux dans la pile; après avoir insisté avec plus d'énergie encore que dans l'Éloge de Faraday, sur la théorie qui nous fait voir dans tous les fluides impondérables de simples transformations de la force, M. Dumas résume en traits larges et rapides les idées de la physique contemporaine sur la constitution de la matière, et conclut par cette observation : « L'atome pesant, l'éther élastique, les vibrations de l'éther, excitées par l'atome, telle est la conception actuelle de l'univers. C'est simple; c'est vrai peut-être, disait Auguste de La Rive; cependant, qui sait ce qu'on en pensera dans cent ans, dans mille ans? Comment croire qu'après être resté dans l'erreur sur ces grands objets depuis le commencement du monde, l'homme, en moins d'un siècle, aurait pénétré toute la vérité et n'aurait rien laissé à découvrir aux siècles à venir? Nos neveux ne souriront-ils pas de notre confiante témérité? Soyons plus modestes! »

« ... Ampère, Faraday, Auguste de La Rive, ont fait de l'électricité l'objet des études de toute leur vie et l'instrument de leurs grandes découvertes; ils étaient tous les trois profondément religieux. Ils aimaient à méditer des sujets qui confinent à la métaphysique; le premier cherchant à expliquer l'attraction universelle par le magnétisme; le second,

niant l'existence même de la matière et considérant chaque atome comme un centre de force dont les vibrations se font sentir dans tout l'univers; tous les trois cherchant à défendre contre l'invasion des partisans des forces physiques, le terrain réservé à l'esprit, à cette chose qui pense, qui affirme, qui voit, qui veut, qui ne veut pas, qui imagine, qui sent et qui, libre, doit rendre compte de l'usage qu'elle aura fait de la liberté. Ils étaient convaincus que s'abîmer dans de telles méditations, c'était s'élever vers la Volonté Suprême dont l'intervention directe apparaît toujours comme le premier et le dernier mot de la création.

« Instruit à la même école, on aime à répéter après eux : l'attraction qui soutient les astres dans l'espace, qui en connaît la nature? L'affinité qui lie les molécules des corps, n'est-ce pas un mot dont le sens nous échappe? Notre esprit se représente la matière comme formée des atomes, savons-nous s'il existe des atomes? Le physiologiste décrit les phénomènes de la vie, mais n'ignore-t-il pas ce que c'est que la vie? Et le géologue, qui écrit l'histoire du globe, dont il n'a pas encore fouillé l'épiderme, soupçonne-t-il l'origine et la fin de la terre qu'il habite? Si, parfois, l'homme se sent fier d'avoir tant appris, ne doit-il pas, plus souvent encore, se sentir bien humble et bien petit de tant ignorer? »

Revenons aux travaux scientifiques d'Auguste de la Rive. L'une de ses œuvres les plus originales est sa théorie des aurores polaires, que le savant génevois rattachait aux effets du magnétisme. Arago avait démontré que l'arc électrique est dévié par l'approche d'un aimant, et que cet arc lui-même agit sur l'aiguille aimantée, comme le fait l'aurore boréale. De La Rive, s'appropriant cette idée et la developpant, imagina un appareil reproduisant fidèlement les circonstances principales d'une aurore polaire. Il opérait dans un gaz raréfié la réunion des deux électricités autour du pôle d'un aimant puissant, et faisait ainsi apparaître un anneau lumineux animé d'une rotation mystérieuse autour de ce pôle. L'expérience est fort belle, digne de rester toujours dans les annales

de la physique; si la théorie dont de La Rive se servait pour l'expliquer n'est pas admise par tous les physiciens, nul ne peut contester la conviction et le talent avec lesquels il l'a défendue.

On doit encore au savant associé de l'Institut des expériences pour démontrer que l'ozone, cet oxygène électrisé singulièrement actif, signalé par M. Schœnbein, n'est réellement que de l'oxygène physiquement modifié et doué de propriétés spéciales; on lui doit la découverte de la dorure galvanique qui a remplacé, au grand avantage des ouvriers, la dorure au mercure si fatale à leur santé. On lui doit enfin de belles études sur la coloration des montagnes au soleil couchant et sur la transparence de l'air dans les Alpes.

On sait que, dans ces régions accidentées, un air très limpide annonce la pluie, tandis que le beau temps suppose toujours la brume. De La Rive fit voir que ces buées légères, caractéristiques du beau temps, sont formées de véritables poussières, flottantes lorsqu'elles sont sèches, s'abattant lorsque l'humidité de l'air les pénètre et laissant ainsi l'atmosphère bien transparente. Cette remarque s'applique même aux insectes : sous l'action de l'air humide qui précède un temps pluvieux, leurs ailes s'alourdissent, les soutiennent faiblement, et l'on voit alors les hirondelles raser la terre.

L'exposition de ces études du physicien de Genève donne à son biographe l'occasion de tracer un tableau, remarquablement coloré, des phénomènes que le coucher du soleil produit dans les Alpes; je ne veux pas en priver le lecteur. Le voici :

« Auguste de La Rive aimait les arts. C'est pour lui et, en quelque sorte, sous sa dictée, que le célèbre paysagiste des Alpes, Calame a conçu son chef-d'œuvre, le Mont Rose, le plus bel ornement du salon de notre confrère, si souvent reproduit par l'artiste. Il représente un site sévère, un plateau dans les hautes montagnes, sans arbres, sans trace de la présence de l'homme. Au second plan, les Alpes; au premier plan, un petit lac noir et quelques roches. C'est tout. Mais c'est la nature dans sa majesté, inondée de la lumière

qui baigne les montagnes, enveloppée de ces transparences que connaît seule leur atmosphère toujours si pure, et l'aspect de ce tableau si nu plonge dans une profonde rêverie.

» Notre confrère ne se lassait pas du spectacle admirable que présente le coucher du soleil, se dessinant sur la vaste chaîne du Mont Blanc, et il a trouvé l'occasion d'une belle étude scientifique dans son entraînement vers le côté pittoresque du phénomène. Au moment où l'astre disparaît de l'horizon, la vallée se couvre d'ombre, la montagne s'obscurcit peu à peu, de la base au sommet, qui seul reçoit, pendant quelque temps encore, l'impression directe de la lumière. Le reste de la terre étant déjà plongé dans l'ombre, le sommet de la montagne se colore tout-à-coup d'une vive nuance rouge orangé, quelquefois même rouge de sang ou de feu. On dirait encore un immense météore, fixe, incandescent, étranger à la terre et suspendu dans les cieux. Cependant l'ombre envahit ces cîmes neigeuses à leur tour; leur modelé s'efface, leur teinte aurore pâlit, un aspect cadavéreux la remplace; rien ne rappelle mieux le passage de la vie à la mort sur la figure humaine, que ce contraste rapide de la teinte rosée du jour finissant, au ton blafard et livide qui lui succède sur le front de ce géant de pierre et de neige. Nul n'a été témoin, pour la première fois, de ce spectacle solennel, sans en éprouver une émotion véritable; nul ne l'a vu sans désirer le revoir encore. Rien n'est plus naturel que cet instinct qui conduit les populations alpestres vers les lieux d'où l'on peut contempler le coucher du soleil sur les hautes montagnes, et que ce silence, recueilli comme une prière, que la fin du phénomène impose à tous les assistants. On a peine à détacher les yeux de cette scène, on se demande si tout est accompli, lorsque, semblant répondre à la pensée du spectateur attristé, la montagne se colore de nouveau d'une teinte rose plus faible, reflet éteint de son premier éclat, et le fait assister parfois à la résurrection du colosse; enfin cette teinte fugitive s'efface elle-même et disparaît sans retour. »

L'œuvre principale d'Auguste de La Rive toutefois, ne

réside pas dans ses mémoires originaux ; c'est son *Traité d'électricité théorique et pratique*, ouvrage considérable, réunion laborieuse de travaux soigneusement critiqués et digérés pour l'utilité de ses confrères dans la science : « Je construis, disait-il à propos de cet écrit, une échelle au sommet de laquelle je ne monterai pas, mais, ouvrier consciencieux, je veux que celui qui doit s'en servir en trouve tous les échelons d'un bois sain, solide et sans défaut. »

C'est aussi à de La Rive que l'on doit le développement et le succès de la *Bibliothèque universelle* de Genève, dont il dirigea longtemps, avec zèle et avec talent, la partie littéraire comme la partie scientifique. Cet organe de publicité avait toutes ses affections, parce qu'il en voyait le côté utile, et que l'esprit de cette revue, un peu puritain, sévère dans le choix des publications littéraires, fortement imprégné du courant génevois d'alors, conservateur protestant en religion, libéral en politique, sympathique à la science et la popularisant, plaisait à de La Rive dont il reflétait les propres idées.

Lorsque, vers 1815, la constitution de Genève se refaisait, un peu sur le modèle des institutions de l'Angleterre, de La Rive le père penchait du côté des conservateurs, son fils inclinait vers les idées libres de l'Amérique. Mais plus tard, Auguste se trouva au premier rang des conservateurs, contre l'envahissement de ce radicalisme turbulent et oppressif qui domine aujourd'hui à Genève. De La Rive était de cette Genève que tant de bons et ingénieux esprits avaient illustrée, les Bonnet, les Tremblay, les Huber, les deux Saussure, les Candolle, les Sennebier, les Topffer, unissant dans leur âme honnête le respect de la liberté politique avec le culte de leurs institutions nationales et de leur christianisme sincère, quoique mutilé. Aussi, quand vers la fin de sa carrière, de La Rive se trouva en face des idées nouvelles, il résista, il osa jouer sa popularité pour leur tenir tête, et ce fut une des belles pages de sa vie.

Il habitait pendant une partie de l'année le domaine de ses ancêtres, Présinge, magnifique propriété ombragée d'arbres

séculaires : « C'est de ce milieu paisible que notre confrère suivait, avec plus de trouble que beaucoup de ses compatriotes, certains changements qui s'opéraient autour de lui. Attaché aux vérités chrétiennes et à l'Église protestante de Genève, il n'en était pas moins plein de respect pour l'Église catholique, où il comptait des parents, de nombreux amis, et dont le culte était pratiqué par la majeure partie de cette population de Présinge près de laquelle il vivait, entouré d'affection, s'associant à tous ses intérêts moraux et religieux et reconstruisant au besoin son église. Comment en sommes-nous revenus à cette époque de désordre religieux, et comment la science s'y trouve-t-elle mêlée, disait-il, rappelant les jours de sa jeunesse? Pleins d'enthousiasme pour la science, nous ne songions pas, alors, qu'on viendrait un jour donner en son nom un démenti aux paroles de Bossuet : « Si l'homme avait pu ouvertement se déclarer Dieu, son orgueil se serait emporté jusqu'à cet excès; mais se dire Dieu et se sentir mortel, l'arrogance la plus aveugle en aurait honte. »

« L'esprit de tolérance si naturel à notre confrère lui faisait une loi d'éviter tout ce qui pouvait blesser les convictions d'autrui; mais il arrive un moment, cependant, où se taire serait renier sa foi, et il ne voulait pas laisser croire au monde que ceux qui prêchent le matérialisme au nom de la science sont sûrs de l'approbation ou de la complicité de tous les savants. Cela n'est pas, disait-il avec fermeté, et notre devoir est de le proclamer.

» En effet, la science est grande, son rôle est glorieux, mais son domaine est circonscrit. Elle commande à la matière; elle ne peut rien sur l'esprit. Nous expliquons la marche des astres avec plus de clarté qu'Homère; nous n'avons rien ajouté à la connaissance des passions humaines dont il a fait une peinture si profonde; nos idées sur la chaleur sont plus sûres que celles d'Eschyle, elles n'ont rien changé aux protestations contre la tyrannie de la force brutale, qu'il fait entendre par la voix de l'inventeur du feu, de

Prométhée enchaîné ; nous connaissons mieux que Virgile le rôle du cœur dans la circulation du sang, mais nous n'avons encore découvert aucun accent de tendresse ou de pitié qu'il ait ignoré. L'homme n'a pas eu besoin de la science pour plonger dans les profondeurs de l'âme humaine, et ce qu'il a découvert en étudiant les forces physiques n'a servi qu'à démontrer qu'entre elles et les forces morales il n'y a rien de commun. »

L'Éloge d'Alexandre et d'Adolphe Brongniart, prononcé cette année même (1), et dont je puis à peine, borné par l'espace et par mon incompétence, tracer une faible esquisse, nous dévoile encore l'existence de deux hommes éminents, unis par les liens du sang et par la fécondité du travail.

Le père, Alexandre Brongniart, était jeune à l'instant où Lavoisier transformait le domaine de la chimie ; disciple passionné de ce grand homme, il se fit professeur pour répandre ses doctrines, que les maîtres de la science hésitaient à accepter. Entré à l'école des Mines en 1788, il fit plus tard dans les Pyrénées un séjour fructueux, mais qui faillit lui coûter la vie, ayant été accusé de complicité dans l'émigration de son camarade Broussonet : or, on était sous la Terreur. Après avoir, comme ingénieur, parcouru les Alpes et la Provence, il rentra à Paris comme professeur à l'école des Quatre-Nations, où la variété et la sûreté de ses connaissances, la précision de son enseignement, lui valurent un grand succès ; sa place semblait même marquée au Muséum, mais Et. Geoffroy Saint-Hilaire l'emporta, sans que cet incident troublât en rien leur amitié. « Geoffroy m'en donnait lui-même, trente ans après, une preuve naïve, dit M. Dumas. Embarqué pour l'expédition d'Égypte, il fut lancé par dessus le bord par un accident de mer. Tombé dans les flots et me jugeant perdu, me disait Geoffroy, je m'écriai près de m'évanouir, comme expression d'une pensée de justice : « Brongniart sera donc professeur au Muséum ! »

(1) Le 23 avril 1877. Le volume des *Mémoires* auquel il appartient n'a point paru, je pense.

Une autre amitié fut pour Brongniart l'occasion de ses travaux les plus célèbres. Georges Cuvier et lui, passionnés pour les mêmes études, d'une tournure d'esprit semblable, abordèrent ensemble le grand problème de la distribution des restes organisés dans l'écorce du globe. Là où Blumenbach n'avait conçu que la simultanéité des existences, les deux savants français, dans leur *Géographie minéralogique des environs de Paris*, établirent une succession certaine, en rapport avec le dépôt des couches. Là où Werner n'avait vu que deux étages, l'un précédant l'apparition de la vie, l'autre lui succédant, Cuvier et Brongniart montraient un troisième étage, les terrains tertiaires du bassin de Paris, auxquels des études postérieures devaient assimiler des formations de tous les points du globe; ils subdivisaient cet étage en couches distinctes, créaient une méthode pour les classer en série continue, signalaient dans ce bassin classique de Paris l'alternance de dépôts marins et de dépôts lacustres. Chacun avait sa part dans l'œuvre commune : Cuvier reconstituait les races perdues d'animaux supérieurs en inventant l'anatomie comparée; Brongniart, et cette découverte changea la face de la géologie, montrait que les débris organisés, les coquilles surtout, caractérisent les couches où ils ont été déposés et, semblables à des médailles, marquent d'une manière sûre leur place dans la chronologie géologique. Appliquant avec autant de hardiesse que de tact les principes de la *paléontologie stratigraphique,* il établissait des concordances inattendues, celle des Fiz de la Savoie avec la craie parisienne, celle des Diablerets du pays de Bex avec le calcaire de la Seine, et demeurait vainqueur de toutes les objections que des nouveautés si hardies ne pouvaient manquer de susciter. La parole imagée de M. Dumas nous reporte à l'époque où ces deux maîtres créaient ensemble deux sciences nouvelles : « Un fragment osseux était-il placé sous ses yeux, dit-il de Cuvier, sa pensée, rétablissant sur le champ le membre dont il avait fait partie, rattachait celui-ci au squelette auquel il avait appartenu, et son crayon sûr traçait les contours de quelqu'animal fantastique qui semblait renaître

sous sa main puissante, après des milliers de siècles d'oubli dans son enveloppe de pierre. La noble figure de Cuvier, toujours imposante, restée calme au milieu des assistants vivement émus, représentait le génie de la synthèse accomplissant, sans effort, son œuvre presque divine. » Moins saisissante, mais plus étendue dans ses résultats, est la découverte de Brongniart, car si les restes de mammifères sont rares, les débris coquilliers abondent, et l'identité de la faune qu'ils représentent suffit pour caractériser des formations contemporaines : tel est le grand titre de Brongniart au souvenir de la postérité.

Ce n'est pas le seul, d'ailleurs. Son cabinet si riche, sa mémoire inépuisable, sa complaisance étaient au service de tous ceux qui s'intéressaient à l'étude de la terre ; c'est ainsi qu'il a véritablement fondé une école. Son titre de directeur de la manufacture de Sèvres fut la récompense d'observations précieuses rapportées par lui d'Angleterre, sur l'art de l'émailleur. Lorsque Napoléon, en 1808, voulut relever ce grand établissement du désordre où il était tombé, il choisit Brongniart, dont l'habile direction lui donna un nouvel éclat : c'est à lui que l'on doit la fondation de ce musée, si admirable et si complet, où se trouve résumée toute l'histoire de la céramique, depuis le grossier tesson du sauvage jusqu'aux splendides couleurs, à la forme élégante, à la pâte sans rivale de Sèvres. Son *Traité classique des arts céramiques*, qu'il eut le bonheur de terminer peu de temps avant sa mort, renferme les trésors d'une expérience dirigée par la science.

Ce qu'Alex. Brongniart avait fait pour les animaux fossiles, son fils Adolphe, né en 1801, rêva de le faire pour les débris végétaux enfouis sous la terre. A 24 ans, il avait déjà produit deux mémoires importants, l'un sur la distribution des végétaux fossiles dans la suite des terrains, l'autre qui jetait un nouveau jour sur le mystère de la fécondation des plantes vivantes. Le premier fut peu apprécié d'abord ; le second, acclamé par l'Europe savante, est resté comme un

modèle de méthode et de pénétration : c'est celui où, sans prétendre lever ce voile qui nous cache encore le secret de la vie, il suit plus loin qu'on ne l'avait fait jamais ce travail mystérieux par lequel un nouvel être se forme et se développe sous l'action d'êtres semblables. Chose curieuse! vers la fin de sa vie, Ad. Brongniart se trouva ramené à ces recherches de sa jeunesse, lorsque des graines fossiles, mises sous ses yeux et réduites en lames minces pour être étudiées au microscope, lui révélèrent dans ces débris si éloignés de nous tous les détails d'organisation, toutes les merveilles d'adaptation qu'il avait si bien mises en évidence dans les graines contemporaines. Quelle joie pour lui, le jour où, rapprochant ces graines de Saint-Étienne des plantes actuelles du Mexique, il prédisait qu'une particularité anatomique observée sur les premières devrait se retrouver dans les graines vivantes de leurs sœurs mexicaines, et, peu de temps après, il mettait sous les yeux de l'Académie des *cicas* vivants, offrant ce détail de texture dont une plante disparue depuis des milliers de siècles avait montré le premier exemple.

Dans la double tâche, si difficile, de rétablir le port et l'aspect des végétaux retrouvés sous le sol, et de saisir les rapports entre leur nature et la date du dépôt qui les renferme, Adolphe Brongniart se montra le digne élève de Cuvier et d'Alexandre Brongniart ; la paléontologie végétale devint une science complète entre ses mains, science utile au géologue comme à l'ingénieur, qu'elle guide dans ses recherches à la poursuite de la houille. Il le montra bien dans cette célèbre discussion sur le gisement de *Petit-Cœur*, où il prouva contre Élie de Beaumont l'existence d'un vrai terrain houiller sur le sol de la Savoie.

Alex. et Ad. Brongniart, sans aller aussi loin que Cuvier dans la doctrine des créations successives, n'admirent à aucun titre le transformisme ; par là, ces fermes esprits se montrèrent fidèles à la méthode d'observation, à laquelle tous deux furent redevables de si grands résultats.

Ph. Gilbert.

LE BATHYBIUS.

—

HISTOIRE D'UN PROTOPLASME.

Il y a environ dix ans, l'attention des zoologistes fut excitée par l'annonce d'une découverte extrêmement curieuse que venait de faire un savant anglais bien connu, M. Huxley (1). C'était l'époque où l'on commençait à interroger, par des dragages, les grandes profondeurs des océans; dans les échantillons recueillis sur le fond de l'Atlantique septentrional, M. Huxley constata qu'on trouvait partout, en masses considérables, un organisme gélatineux, plus élémentaire que tous les protozoaires, et pour lequel, en raison de son habitat, il proposa le nom de *Bathybius* ou *être vivant des profondeurs*.

Cette masse gélatineuse n'était rien qu'une sorte de sarcode ou de *protoplasme*, sans forme définie, sans organes distincts; on y trouvait seulement, disséminés çà et là, des grains calcaires, assez semblables à de microscopiques boutons de manchettes, pour lesquels on créa le nom de *cocco-*

(1) Huxley, *On some organisms living at great depths in the north-atlantic Ocean. — Journal of microscop. science.* VIII, n° 6, 1868.

lithes et de *rhabdolithes*. Ces corps, considérés d'abord comme des parties intégrantes du *Bathybius*, ont été reconnus depuis comme n'étant que les parties calcaires de deux espèces d'algues élémentaires, les *coccosphères* et les *rhabdosphères*, qu'on recueille en abondance au voisinage de la surface de l'océan. Nous ne nous en occuperons donc pas ici.

Quant au *Bathybius*, ce protoplasme informe, abondamment répandu sur le fond de la mer, flattait trop bien les idées des transformistes pour que sa découverte ne fût pas accueillie avec enthousiasme. Le plus célèbre des naturalistes allemands de cette école, M. Hæckel, en fit l'objet d'une étude détaillée, dont les résultats furent publiés dans le Journal d'Iéna (1). Il reconnut dans le Bathybius l'existence d'une sorte de mouvement de trépidation indécis *(eine træge, zitternde Bewegung)*, et la nature organique de cette gelée lui parut mise hors de doute par le fait qu'elle se comportait avec les dissolutions ammoniacales de carmin et d'iode comme tous les sarcodes connus, c'est-à-dire qu'elle prenait, avec la première, une légère teinte rose et, avec la seconde, une nuance jaunâtre.

M. Gümbel, de Munich, alla plus loin encore (2). Ce savant n'avait pas participé directement aux explorations sous-marines et il reconnaît n'avoir eu à sa disposition que des échantillons conservés dans l'alcool *(mir nur in Weingeist conservirtes material vorlag)*. Cette circonstance mérite d'être d'être notée, comme on le verra tout à l'heure.

Néanmoins M. Gümbel déclara qu'il ne lui restait aucun doute sur la nature organique du *Bathybius (auch mir kein Zweifel an der organischen Natur des Bathybius übrig blieb)*; de plus, tandis que MM. Huxley et Hæckel n'en avaient constaté l'existence que sur la vase des mers profondes, M. Gümbel n'hésita pas à déclarer que cet organisme se rencontrait dans toutes les mers et à toutes les profon-

(1) *Ienaïsche Zeitschrift*, V, 3, 18, 1870.
(2) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, etc., 1870, 753.

deurs *(Ich kann die Thatsache als festgestellt bezeichnen, dass Coccolithen (Bathybius) in allen Meeren und in allen Meerestiefen vorkommen).*

Nous avons tenu à citer textuellement les termes employés par les auteurs, afin qu'aucune équivoque ne pût subsister sur ce qu'ils avaient voulu dire.

A l'époque où paraissaient ces différents travaux, les géologues étaient fort occupés d'une découverte faite par MM. Dawson et Carpenter dans les calcaires serpentineux laurentiens du Canada. En plusieurs endroits, ces marbres offraient un enchevêtrement de calcaire et de serpentine où les savants dont nous venons de rappeler les noms crurent reconnaître les caractères d'un gigantesque protozoaire. Jusqu'alors la nature vivante n'avait rien offert qui lui fût directement comparable. Le *Bathybius* venait à point pour combler cette lacune et il apportait à la thèse de MM. Dawson et Carpenter un renfort dont ils ne manquèrent pas de tirer profit contre ceux qui se refusaient à voir dans l'*Eozoon Canadense* autre chose qu'une particularité minéralogique.

Enfin, M. Zittel, en publiant, en 1876, la première livraison de son traité de paléontologie, accepta les déterminations des précédents auteurs, et décrivit le *Bathybius* en tête de la classe des Monères (1), la première de la famille des Protozoaires.

Après l'affirmation de M. Gümbel, que le *Bathybius* se rencontrait dans toutes les mers et à toutes les profondeurs, il ne restait plus, pour être définitivement édifié sur la nature de ce singulier organisme, qu'à attendre les résultats de la grande exploration scientifique entreprise par le navire anglais *Challenger* à travers l'Atlantique et le Pacifique.

On sait qu'à la suite des brillants résultats fournis par les explorations sous-marines des vaisseaux *Porcupine* et *Lightning*, la Société Royale de Londres avait obtenu qu'un na-

(1) Zittel, *Handbuch der Palæontologie*, I, 59. — Münich. R. Oldenbourg, 1876.

vire de l'état, le *Challenger*, serait mis à la disposition d'un état-major scientifique placé sous la direction de M. Wyville-Thomson. Le commandement de ce navire avait été confié aux marins les plus expérimentés en matière de sondages; parmi eux se trouvait le capitaine Nares, qui devait quitter bientôt le *Challenger* pour s'illustrer dans la dernière expédition arctique.

Pendant trois années, le vaisseau anglais sillonna l'Atlantique et le Pacifique, opérant des dragages à des profondeurs qui parfois dépassèrent huit mille mètres; partout on recueillit les dépôts du fond et tous les organismes, aussi bien ceux de la surface que ceux des couches profondes, amassant ainsi un trésor de matériaux dont l'examen sommaire a déjà produit des résultats scientifiques de la plus grande importance.

Chose surprenante, dans aucun des dragages ou des sondages, on n'avait jamais observé quoi que ce soit qui ressemblât à un protoplasme quelconque. Le chimiste de l'expédition, M. Buchanan (1) pensa que, si par quelque circonstance inexpliquée, le *Bathybius* échappait ainsi aux regards, l'analyse chimique du moins décèlerait sa présence en révélant, dans l'eau de mer, une matière organique distincte de celle des foraminifères ou des algues, faciles à isoler du reste. En évaporant l'eau de mer à siccité et en calcinant le résidu, la matière organique devait se manifester, comme d'habitude, par une carbonisation bien marquée. Cependant. aucun des nombreux échantillons de l'eau profonde examinés par M. Buchanan ne se trouva contenir assez de matière organique pour donner au résidu autre chose qu'une teinte grisâtre *à peine perceptible, sans aucun signe de carbonisation ni de combustion*. Qu'était donc devenu le *Bathybius?*

Sur ces entrefaites, l'un des naturalistes du *Challenger*, M. Murray, observa que plusieurs échantillons d'eau de mer conservés dans l'esprit de vin prenaient volontiers un aspect

(1) *Proceedings of the Royal Society of London*, XXIV, 605.

gélatineux et qu'on y pouvait reconnaître de la matière floccuente semblable à une mucosité coagulée ; cette substance ressemblait en tout point au *Bathybius* ; seulement on n'y observait pas de mouvements. Elle se trouvait en telle quantité que, si elle avait eu réellement une nature organique, l'eau de mer qui la contenait ne pouvait manquer de fournir dans toute leur netteté les réactions habituelles aux matières carbonées. Il n'en était rien cependant.

M. Buchanan eut alors l'idée de soumettre ce précipité floconneux à diverses réactions. Il reconnut d'abord que ce précipité se colorait avec les dissolutions d'iode et de carmin et que, mélangé avec la vase du fond, il présentait, sous le microscope, toutes les apparences si minutieusement décrites par Hæckel. C'était donc bien le *Bathybius*.

D'autre part, le précipité gélatineux n'apparaissait que quand l'eau de mer était mélangée avec un grand excès d'alcool. En réduisant l'alcool employé à deux fois le volume de l'eau de mer, on voyait cette gelée prendre en très peu de temps *une figure cristalline* et se transformer en aiguilles offrant la forme caractéristique du *sulfate de chaux*, résultat pleinement confirmé par l'analyse.

En lessivant la vase du fond avec de l'eau distillée, ou en l'employant de suite après son arrivée au jour avec la drague, on n'observait aucune coloration par l'iode ou le carmin ; et toujours la matière gélatineuse, susceptible de se colorer sous l'influence de ces dissolutions, disparaissait des échantillons de vase conservés dans l'esprit de vin lorsque ces derniers avaient été lavés à l'eau distillée.

Enfin, dans aucun cas il n'était possible de constater la présence de matière albumineuse libre.

Tels sont, simplement traduits des Rapports préliminaires de MM. Buchanan et Murray, publiés par la Société Royale de Londres, les résultats de cette intéressante et consciencieuse étude, à laquelle aucun parti pris n'avait présidé.

Ainsi le fameux *Bathybius* descend au rang d'un vulgaire précipité minéral, résultant de ce que le sulfate de chaux

toujours contenu dans l'eau de mer, devient partiellement insoluble en présence d'un excès d'alcool; et suivant la quantité d'alcool employée, on peut l'obtenir, soit à l'état gélatineux, soit à l'état cristallin. Dans le premier cas, il se comporte, avec les dissolutions d'iode et de carmin, comme les substances présumées organiques, en sorte que cette réaction, jusqu'ici regardée comme caractéristique, n'est rien autre chose qu'un *fait de capillarité*, pouvant se produire sur les corps inorganiques.

Il reste à expliquer le mouvement diffus observé par MM. Huxley et Hæckel, mais en vérité ce n'est pas bien difficile; la mobilité est le propre de tous les précipités floconneux et elle ne peut nullement être regardée comme un indice de vie. Tout le monde sait que lorsqu'on observe, à un grossissement de quatorze cents fois ou plus, les cavités contenues dans les cristaux de quartz et à demi remplies par un liquide à bulles mobiles, ces bulles sont dans un état de tremblement caractéristique qu'on a appelé le *mouvement brownien;* et personne, jusqu'ici, n'a sougé à attribuer une origine organique à ces bulles renfermées dans l'intérieur du cristal de roche.

Résumons maintenant la morale de cette histoire. Des zoologistes qui marchent aujourd'hui à la tête du mouvement scientifique dans leurs pays respectifs, les Huxley, les Hæckel, découvrent et décrivent minutieusement un corps organisé qui réalise enfin l'idéal des transformistes; c'est la vie diffuse, à peine définie; en un mot c'est la matière commençant à s'organiser elle-même. A leur suite s'engagent aveuglément les Gümbel, les Zittel et tant d'autres. Le *Bathybius* prend sa place dans les traités descriptifs; les Dawson et les Carpenter ne craignent pas de l'invoquer pour justifier les caractères énigmatiques de leur *Eozoon canadense;* et voilà qu'en dernière analyse, il se trouve que tout ce bruit s'est fait autour d'un vulgaire précipité minéral, que l'imagination seule des observateurs avait doté des propriétés de la matière organisée!

Devant un tel résultat, n'est-il pas permis de sourire et ne serait-on pas excusable d'évoquer ici le souvenir de cet astrologue de la légende, qui découvrait des animaux dans la lune parcequ'une souris s'était introduite dans son télescope? Voilà pourtant les surprises que la science incrédule nous réserve, toutes les fois que l'esprit de parti préside à ses investigations! Si encore de telles mésaventures la rendaient plus prudente; mais il suffit de lire les derniers écrits de MM. Huxley et Hæckel pour voir avec quel dédain, avec quelle hauteur les adversaires du transformisme sont traités par eux. Il semble d'ailleurs que leurs nombreux disciples se soient admirablement entendus pour faire le silence autour de cet échec si caractérisé de leur doctrine; car cette découverte de la nature minérale du Bathybius, qu'il eût été si légitime de proclamer partout et à haute voix, semble enterrée dans les rapports de la Société royale de Londres, sans que la plupart des savants y aient pris garde. Plus d'une fois depuis sa publication, en parlant de cette découverte à des zoologistes autorisés, nous avons été stupéfait de constater qu'ils l'ignoraient et c'est ce qui nous a conduit à réclamer pour un fait aussi important, la publicité de la *Revue*. Puisse cet épisode de l'histoire scientifique contemporaine ouvrir les yeux de quelques uns sur les réels dangers que présente l'abus du microscope! Ce merveilleux instrument de recherche peut induire parfois dans de singulières erreurs; on se souvient encore de M. Jenzsch (1), qui avait cru découvrir des infusoires et des végétaux dans les porphyres et les mélaphyres. On vient de voir à quelles illusions le microscope a conduit les souverains pontifes du transformisme anglais et germanique. Concluons de tout cela que plus la science pénètre dans les secrets intimes de la matière, plus il lui devient facile de s'égarer dans ces labyrinthes où tout revêt une forme indécise, où les végétaux ne peuvent

(1) *Ueber eine mikroskopische Flora und Faune krystallinischer Massengesteine, Leipzig*, 1868.

plus se distinguer des animaux, où le monde minéral lui-même semble prendre les apparences du monde organisé. Alors commence ce que nous nous permettrons d'appeler le *vertige du microscope;* les plus habiles y sont sujets comme les plus humbles; c'est comme un inévitable écueil contre lequel l'excès de la curiosité humaine a bien des chances de sombrer quand un principe supérieur ne règle pas sa marche.

A. de Lapparent,
Prof. à l'Université catholique de Paris.

LE DARWINISME

ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX.

Darwin, dans son *Origine de l'homme*, non content d'avoir consacré deux volumes (1) à l'histoire de l'évolution prétendue de notre espèce d'une forme animale inférieure, annonçait la publication prochaine d'un nouvel ouvrage sur le même sujet. Ce complément aux premières études du naturaliste anglais a, en effet, paru sous le titre : *L'expression des émotions chez l'homme et les animaux* (2). Avant de l'examiner en détail, indiquons-en brièvement le but et les moyens d'exécution.

Pour saisir la pensée qui a inspiré le livre, il suffit de nous rappeler les termes dans lesquels Darwin en faisait la première annonce. Or, voici comment il s'exprimait dans l'introduction à l'*Origine de l'homme*.

« Je m'étais proposé d'ajouter à ces volumes un essai sur

(1) *The descent of man and selection in relation to sex*, by Ch. Darwin. 2 volumes, London 1871.

(2) Ch. Darwin, *The expression of the emotions in man and animals*. London 1872.

l'expression des diverses émotions chez l'homme et les animaux inférieurs. Mon attention a été appelée sur ce sujet, il y a bien des années, par l'admirable ouvrage de Sir Ch. Bell (1). D'après cet illustre anatomiste, l'homme est pourvu de certains muscles dans le but exclusif de lui permettre d'exprimer ses émotions. Comme cette manière de voir est manifestement inconciliable avec la croyance que l'homme est descendu d'une autre forme inférieure, il m'était nécessaire de l'examiner. Je désirais aussi montrer dans quelles limites les émotions s'expriment de la même façon chez les différentes races humaines. Mais eu égard à la longueur du présent ouvrage, j'ai jugé préférable de réserver mon essai, qui est en partie terminé, pour une publication séparée (2). »

Ainsi l'idée mère des recherches de Darwin sur les phénomènes émotionnels, est la défense du système de l'évolution contre Ch. Bell. Celui-ci, en effet, est en désaccord complet avec les vues transformistes, surtout en tant qu'elles s'appliquent à l'homme. Aux yeux de ce grand anatomiste, l'homme, par quelques-uns, du moins, de ses moyens d'expression, est un être à part dans la création; et vouloir dans les attributs physiques qui le distinguent à cet égard, ne trouver que le fruit de l'évolution lente des moyens d'expression chez les animaux, ce serait confondre des appareils essentiellement distincts.

(1) L'ouvrage auquel il est fait ici allusion : *The anatomy and philosophy of expression*, a paru d'abord en 1804. Mais la pensée de l'auteur ne se trouve complète qu'à partir de la troisième édition, en 1844.

(2) « I had intended adding to the present volumes an essay on the expression of the various emotions by man and the lower animals. My attention was called to this subject many years ago by Sir Charles Bell's admirable work. This illustrious anatomist maintains that man is endowed with certain muscles solely for the sake of expressing his emotions. As this view is obviously opposed to the belief that man is descended from some other and lower form, it was necessary for me to consider it. I likewise wished to ascertain how far the emotions are expressed in the same manner by the different races of man. But owing to the length of the present work, I have thought it better to reserve my essay, which is partially completed, for separate publication. » Ch. Darwin, *The descent of man*, vol. I, p. 5.

Nous ne voulons pas anticiper en examinant dès à présent si Ch. Bell est tout à fait exact lorsqu'il attribue à l'homme des muscles dont l'usage exclusif serait la peinture de nos émotions, ni si cette assertion est nécessaire pour combattre Darwin. Mais quoi qu'il en soit, il est certain que l'idée de la séparation des espèces, considérée comme un fait primordial, domine tout l'ouvrage de Ch. Bell; or, partir d'un tel fait dans une exposition scientifique, c'est rompre complétement avec le darwinisme. Et quand on songe à l'autorité considérable du physiologiste qui a fait la découverte des fonctions propres des racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux (1), on ne s'étonne pas que Darwin ait essayé de relever le gant que, d'avance, Ch. Bell lui avait jeté. L'ouvrage, d'ailleurs, où Darwin essaie de renverser les conclusions de Ch. Bell, en tant qu'elles sont en opposition avec les siennes, est le fruit de longues recherches. Darwin nous apprend d'abord qu'il y a travaillé depuis 1838 (2); et en nous le répétant ailleurs encore, il insiste de nouveau pour préciser le but qu'il a poursuivi.

» En ce qui regarde mes propres observations, nous dit-il, je puis affirmer qu'elles ont été commencées en 1838, et depuis lors jusqu'aujourd'hui, j'ai selon les circonstances porté mon attention sur la matière. A la date indiquée, j'inclinais déjà à admettre le principe de l'évolution, ou de la dérivation des espèces à partir d'autres formes inférieures. Aussi lorsque je lus le grand ouvrage de Sir Ch. Bell, l'opinion de cet écrivain que l'homme aurait été créé avec certains muscles spécialement adaptés pour l'expression de ses sentiments, me choqua comme inacceptable. Il me semblait probable que l'habitude d'exprimer nos sentiments par certains

(1) La distinction des nerfs spinaux en nerfs moteurs et en nerfs sensitifs, a été établie par Ch. Bell. C'est une des découvertes les plus fécondes de la physiologie moderne; et malgré les réclamations de quelques partisans de Magendie (V. Vulpian. *Revue des Cours scientifiques*, pp. 553 et 554) on s'accorde généralement à en attribuer la gloire au savant anglais.

(2) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 10.

mouvements, quoique maintenant devenue innée, avait été de façon ou d'autre graduellement acquise. Mais découvrir le mode de cette acquisition n'était pas une tâche de mince difficulté. Il fallait envisager toute la matière sous un nouvel aspect, et chaque expression demandait une explication rationnelle. Cette pensée m'a amené à entreprendre le présent ouvrage, quelque imparfait qu'il puisse être dans son exécution (1). »

On voit donc que l'établissement de l'unité des phénomènes passionnels parmi les diverses races de la grande famille humaine, ne peut avoir qu'une importance tout à fait secondaire dans le plan de Darwin. Montrer que l'expression des émotions humaines n'est, dans sa généralité, qu'une faculté lentement acquise et héritée de formes animales inférieures, voilà le but essentiel de l'ouvrage; et il est bon de ne pas le perdre de vue, car en réalité, dans l'exécution, le livre de Darwin est surtout une *description* des phénomènes émotionnels. Sans doute cette description reçoit souvent des teintes qui accusent le but poursuivi et révèlent des préoccupations de système; néanmoins il est une foule de détails tellement inopérants au point de vue choisi par l'auteur, que parfois on perdrait le souvenir de la thèse à établir.

(1) « With respect to my own observations, I may state that they were » commenced in the year 1838; and, from that time to the present day, I » have occasionally attended to the subject. At the above date, I was already » inclined to believe in the principle of evolution, or of the derivation of » species from other and lower forms. Consequently, when I read Sir » C. Bell's great work, his view, that man had been created with certain » muscles specially adapted for the expression of his feelings, struck me as » unsatisfactory. It seemed probable that the habit of expressing our feelings » by certain movements, though now rendered innate, had been in some » manner gradually acquired. But to discover how such habits had been » acquired was perplexing in no small degree. The whole subject had to be » viewed under a new aspect, and each expression demanded a rational » explanation. This belief led me to attempt the present work, however » imperfectly it may have been executed. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 19.

Nous avons caractérisé le but de l'œuvre, indiquons maintenant les moyens d'exécution, c'est-à-dire, la méthode d'observation suivie pour recueillir les faits qui doivent servir de base à la théorie.

Or, Darwin s'est d'abord attaché particulièrement aux observations faites sur les enfants. Et pour justifier l'importance qu'il y attache, il invoque l'autorité de Ch. Bell lui-même. Celui-ci, en effet, nous dit : « Chez l'enfant, la souffrance s'exprime avec une force extraordinaire... C'est là qu'il faut étudier les traits fondamentaux de l'expression, parce que plus tard ils cessent d'avoir cette source pure et simple d'où ils émanent dans l'enfance (1). » Aussi Darwin a largement mis à contribution ses propres enfants, et nous savons par son livre, de combien de jours ils étaient âgés quand pour la première fois, ils ont pleuré (2), ils ont souri (3), etc.

Darwin croit pouvoir aussi attacher une sérieuse importance aux observations faites sur les aliénés, *parce qu'ils sont sujets aux plus violentes passions et qu'ils s'y livrent sans contrainte* (4).

Les recherches du docteur Duchenne sur le *Mécanisme de la physionomie* (5), ont également aux yeux du savant anglais, une grande valeur pour appuyer la théorie des phénomènes émotionnels. On sait que le médecin de Boulogne a cherché a éclairer la question par l'application de l'électricité aux muscles de la face. Il avait à sa disposition, pour les expériences, un vieillard dont la peau était comme insensible, par suite

(1) « The expression of pain in an infant is extraordinary in force.... Here » the rudiments of expression ought to be studied, for in after-life they cease » to have the pure and simple source from which they spring in infancy. » Sir Ch. Bell, *The anatomy and philosophy of expression*, p. 199, 6th edition, London 1872.

(2) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 153.

(3) Ibid. p. 211.

(4) Ibid. p. 13.

(5) G. B. Duchenne (de Boulogne), *Mécanisme de la physionomie humaine ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions*. Paris, 1862.

d'une anesthésie faciale; et en faisant passer un courant électrique par des points choisis, le docteur Duchenne à l'aide des contractions et contorsions qu'il excitait ainsi, retraçait plus ou moins heureusement l'image des diverses expressions; et en même temps les résultats obtenus étaient fixés au moyen de la photographie. Darwin a soumis au jugement de nombreuses personnes plusieurs des meilleures planches du Dr Duchenne, et la plupart d'entre elles ont, souvent du moins, reconnu immédiatement l'expression reproduite. Le physiologiste français déduit de ses expériences la part qui revient aux différents muscles dans l'expression des passions. Darwin pense qu'il y a là un grand progrès. « Dans mon opinion, nous dit-il, le docteur Duchenne en traitant la question, l'a avancée considérablement (1). » Darwin ajoute : « Il a aussi, et c'est là un service très important, montré quels sont les muscles qui sont le moins sous le contrôle séparé de la volonté (2). »

Les œuvres d'art ont été aussi interrogées par le naturaliste anglais, mais il déclare n'en avoir pas tiré beaucoup de profit.

Enfin les renseignements des voyageurs qui ont observé les races lointaines, lui ont servi à établir l'intime ressemblance des manifestations émotionnelles chez tous les rameaux de l'espèce humaine.

Mais d'après le titre et le but de l'ouvrage, il est évident que l'étude des mœurs des animaux inférieurs est particulièrement indispensable à Darwin. « Je pense, nous dit-il, que cela est d'une importance capitale,.... comme apportant la base la plus sûre de généralisation sur les causes ou l'origine des divers mouvements d'expression (3). »

(1) « In my opinion, Dr Duchenne has greatly advanced the subject by » his treatment of it. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 5.

(2) « He has also, and this is a very important service, shown which » muscles are least under the separate control of the will. » Ibid. 5-6.

(3) « This I believe to be of paramount importance,... as affording the » safest basis for generalisation on the causes, or origin, of the various » movements of expression. » Ibid., p. 17.

Nous allons maintenant aborder l'analyse et l'examen de cet ouvrage de Darwin. Déjà nous avons eu l'occasion d'en dire un mot ailleurs. La théorie des expressions émotionnelles de Darwin a paru lorsque la seconde édition de notre essai sur le *Darwinisme et l'origine de l'homme*, était sous presse. Nous nous sommes empressé d'en prendre connaissance, et nous en avons donné une appréciation sommaire dans un appendice à notre livre (1). Mais puisque, selon la pensée fort juste du savant rédacteur de l'*Ausland*, c'est un fait incontestable que l'*épreuve critique des doctrines de Darwin forme le pivot de toutes les recherches de la science moderne de la nature* (2); et que, d'autre part, des admirateurs du savant anglais semblent voir dans l'*Expression des émotions* le couronnement de l'édifice du maître (3), nous croyons nécessaire de consacrer à cette publication une étude spéciale. Nous espérons établir pour nos lecteurs que ce couronnement est absolument insuffisant pour donner la solidité à l'édifice.

Au reste, les phénomènes passionnels constituent un des sujets les plus attachants que puissent étudier les philosophes et les physiologistes. Darwin certes sur ce sujet, à côté de considérations évolutionnistes que nous ne pouvons partager, présente une foule de fines observations et de détails vraiment instructifs et intéressants. Il en est d'ailleurs beaucoup, parmi ces faits d'observation quotidienne, qui sont parfaitement intelligibles dans leurs causes physiologiques immédiates. Il est donc naturel que nous accordions à la matière des développements proportionnés à son importance.

Voici l'ordre que nous suivrons :

(1) Cf. Abbé A. Lecomte, *Le darwinisme et l'origine de l'homme*, 2e édition, p. 375-385. Bruxelles-Paris, 1873.

(2) « Die Erhärtung der Lehren Darwins den Angelpunkt der gesammten » modernen Naturforschung bildet. » Friedrich von Hellwald, *Das Ausland*, XLVIter Yahrgang, S. 132. Stuttgart, 17 Februar 1873.

(3) Cf. *Popular science Review*, no 46, p. 71. London, 1873. — Léon Dumont, *Le transformisme en Angleterre*, (*Revue scientifique*, 3 mai 1873, p. 1033. Paris).

Dans la première partie, nous ferons l'exposé de la doctrine de Darwin sur l'expression des émotions chez l'homme et chez les animaux; et nous nous arrêterons particulièrement aux points qui, dans la pensée de l'auteur, ont le plus de valeur pour établir ses thèses.

Dans la seconde partie, nous entreprendrons l'examen de l'œuvre analysée.

PREMIÈRE PARTIE.

THÉORIE DE L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS D'APRÈS DARWIN.

Les émotions, telles que la haine, la terreur, la colère, l'amour, résultent de phénomènes de l'âme, et par conséquent sont bien différentes des sensations diverses qui affectent les corps. Cependant Darwin, qui n'est guère philosophe, confond souvent, dans son exposition, les unes et les autres. Et quoique chaque émotion ou sensation se traduise par une infinité de nuances d'une délicatesse extrême, quoique chaque passion puisse avoir ses frémissements vagues et ses explosions bruyantes, il se croit autorisé à rattacher toutes les expressions de nos sentiments à trois principes : l'*association des habitudes utiles*, le principe de l'*antithèse*, et celui de l'*action directe du système nerveux, indépendamment de la volonté et même, jusqu'à un certain point, de l'habitude*. Définissons avec lui ces principes.

1° Principe de l'*association des habitudes utiles*.

« Il est, nous dit Darwin, des actions complexes qui, dans certaines situations d'esprit, sont d'une utilité directe ou indirecte pour soulager ou satisfaire des sensations spéciales, des désirs, etc. ; et chaque fois que cet état mental se produit, fût-ce même faiblement, il y a, par la force de l'habitude et de l'association, une tendance à exécuter les mêmes mouvements quoiqu'ils puissent alors n'avoir aucune

utilité. Certaines actions ordinairement associées par l'habitude avec des états d'esprit particuliers, peuvent être réprimées partiellement au moyen de la volonté, et dans ces cas les muscles qui sont le moins sous le contrôle séparé de la volonté, sont spécialement sujets à agir encore et à produire des mouvements que nous reconnaissons comme expressifs. Dans d'autres cas la répression d'un mouvement habituel requiert d'autres légers mouvements, et ceux-ci sont pareillement expressifs (1). »

Ainsi, sous le principe de l'association des habitudes utiles, viennent se grouper tous les mouvements expressifs qui, soit actuellement, soit primitivement du moins et dans leur signification essentielle, correspondent à la poursuite d'un but utile.

2° Principe de l'*antithèse*.

Voici comment Darwin le formule :

« Certains états d'esprit conduisent à des actions habituelles, particulières, qui sont utiles, comme nous l'avons vu en définissant notre premier principe. Maintenant lorsqu'une situation mentale complétement opposée est produite, il y a aussi une tendance énergique et involontaire à l'exécution de mouvements d'une nature directement opposée, quoiqu'ils ne soient d'aucun avantage; et ces mouvements sont fort expressifs dans quelques cas (2). »

(1) « Certain complex actions are of direct or indirect service under certain » states of the mind, in order to relieve or gratify certain sensations, desires, » etc.; and whenever the same state of mind is induced, however feebly, » there is a tendency through the force of habit and association for the same » movements to be performed, though they may not then be of the least use. » Some actions ordinarily associated through habit with certain states of the » mind may be partially repressed through the will, and in such cases the » muscles which are least under the separate control of the will are the most » liable still to act, causing movements which we recognise as expressive. » In certain other cases the checking of one habitual movement requires » other slight movements; and these are likewise expressive. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 28.

(2) « Certain states of the mind lead to certain habitual actions, which are

3° Principe de l'*action directe du système nerveux, indépendamment dès l'origine, de la volonté, et indépendamment jusqu'à un certain point, de l'habitude.*

« Lorsque le sensorium est fortement excité, nous dit encore Darwin, il se dégage de la force nerveuse en excès, et elle se transmet dans certaines directions définies, dépendant de la connexion des cellules nerveuses et en partie de l'habitude; ou bien l'afflux de la force nerveuse peut, à ce qu'il paraît, être interrompu. Il en résulte des effets que nous reconnaissons comme expressifs. Pour plus de brièveté, ce troisième principe peut être appelé celui de l'action directe du système nerveux (1).

Dans le développement, d'ailleurs, de ces principes, Darwin, nous croyons utile de le répéter, ne cesse d'avoir pour objectif l'évolution en général et surtout l'évolution de l'homme d'une forme inférieure; et dans une synthèse finale, il résume l'ensemble des conclusions auxquelles cette discussion l'a conduit relativement à notre espèce.

Voyons donc maintenant comment le savant anglais réalise le programme qu'il s'est tracé.

§ I. — PRINCIPE DE L'ASSOCIATION DES HABITUDES UTILES.

D'après la définition posée plus haut, le premier principe de Darwin expliquerait les mouvements expressifs qui, primitivement du moins, présentaient un but d'utilité. Par suite de l'habitude de les accomplir dans les circonstances où ils

» of service, as under our first principle. Now when a directly opposite » state of mind is induced, there is a strong and involuntary tendency to the » performance of movements of a directly opposite nature, though these are » of no use; and such movements are in some cases highly expressive. » Ibid.

(1) « When the sensorium is strongly excited, nerve-force is generated in » excess, and is transmitted in certain definite directions, depending on the » connection of the nerve-cells, and partly on habit : or the supply of nerve- » force may, as it appears, be interrupted. Effects are thus produced which » we recognise as expressive. This third principle may, for the sake of bre- » vity, be called that of the direct action of the nervous system. » Ibid. p. 29.

étaient utiles, ils finissent par se reproduire dans toutes les occasions qui éveillent un sentiment analogue à celui dont ils émanaient, quand même, dans ces occasions particulières, ils ne peuvent plus être d'aucune utilité. Ils deviennent simplement des phénomènes associés à un état mental déterminé, et comme tels, *purement* expressifs.

L'habitude jouerait donc ici, selon Darwin, un rôle fondamental. Elle interviendrait, d'ailleurs, plus ou moins dans la formation de toutes les expressions naturelles. Toutes auraient été acquises lentement. Seulement ce qui pour le premier principe, distingue le rôle de l'habitude, c'est qu'elle ne s'y applique qu'à des actions utiles, au moins originairement.

Le naturaliste anglais essaie de nous pénétrer d'abord de toute l'importance de l'habitude. Il cherche ensuite à mettre en lumière son premier principe par quelques exemples empruntés soit aux animaux, soit à l'homme. Analysons tour à tour ces différents points.

I. Des effets de l'habitude.

Tout le monde connaît la force de l'habitude. Selon la remarque de Darwin, avec le temps les mouvements les plus complexes et les plus difficiles s'exécutent sans le moindre effort, sans que même on en ait conscience. Comment l'habitude peut-elle produire de tels effets? C'est ce qui n'est pas positivement connu, mais Darwin semble croire avec certains physiologistes, que *le pouvoir conducteur des fibres nerveuses s'accroît avec la fréquence de leur excitation* (1). Et dans ce fait se trouverait la clef de l'influence étonnante de l'habitude dans la reproduction de certains actes.

Mais l'habitude considérée seulement dans les effets qu'elle produit chez l'individu, est impuissante à justifier la théorie de Darwin sur l'origine des phénomènes émotionnels. Il faut

(1) « The conducting power of the nervous fibres increases with the fre- » quency of their excitement. » Ch. Darwin, *The expression of the emo- » tions*, p. 29.

pour cela admettre que l'habitude ne s'éteint pas avec l'individu, mais qu'elle peut se transmettre à ses descendants. Darwin en est convaincu; et il invoque à l'appui de son opinion, l'hérédité de la marche propre à certaines races de chevaux, la stabilité des instincts particuliers à nos chiens de chasse, et la transmission de la manière de voler spéciale à quelques races de pigeons.

Darwin croit pouvoir aussi dans le même ordre d'idées, appeler l'attention sur le fait suivant :

« A ceux qui admettent, nous dit-il, l'évolution graduelle des espèces, un exemple très frappant de la perfection avec laquelle les mouvements combinés les plus difficiles peuvent se transmettre, est fourni par le sphinx-épervier *(Macroglossa)*. A peine, en effet, ce papillon est-il sorti du cocon, comme le prouve la fraîcheur de l'éclat qui se remarque sur ses ailes à l'état de repos, on peut le voir se balançant en équilibre dans l'air, avec sa longue trompe filiforme déroulée et introduite dans les petites ouvertures des fleurs. Et personne, je pense, n'a jamais vu ce papillon apprendre à exécuter sa tâche difficile et qui requiert une si grande adresse (1). »

Au moment de sortir, remarque encore Darwin, un homme met ses gants sans même savoir ce qu'il fait. Il semblerait donc que c'est là une opération bien simple, et pourtant par la difficulté que l'on éprouve à l'apprendre aux enfants, il est clair que ce n'est pas chose si aisée (2).

Il y a plus : selon Darwin, l'habitude serait également

(1) « To those who admit the gradual evolution of species, a most striking » instance of the perfection with which the most difficult consensual move- » ments can be transmitted, is afforded by the humming-bird Sphinx-moth » (Macroglossa); for this moth, shortly after its emergence from the cocoon, » as shown by the bloom on its unruffled scales, may be seen poised statio- » nary in the air, with its long hair-like proboscis uncurled and inserted into » the minute orifices of flowers; and no one, I believe, has ever seen this » moth learning to perform its difficult task, which requires such unerring » aim. » Ibidem, p. 30.

(2) Cf. Ch. Darwin. *The expression of the emotions*, p. 31.

intervenue d'abord dans la production de certaines actions réflexes.

On sait ce qu'est un mouvement réflexe : une impression quelconque est produite en un point de la périphérie; elle est transmise à un centre nerveux, et de celui-ci revient une excitation qui met en activité certains muscles ou des glandes particulières. Nous pouvons même poser des actions réflexes sans que nous en ayons conscience. Or, d'après Darwin il est de ces mouvements réflexes qui dériveraient d'habitudes utiles lentement acquises : ils ne seraient que la réédition, devenue automatique, d'actes posés originairement avec le concours de la volonté.

Telle serait, pense le naturaliste anglais, l'origine de la toux et de l'éternument considérés comme phénomènes réflexes. Primitivement, lorsque l'animal ressentait dans les voies respiratoires, l'impression d'une particule irritante, il faisait violemment effort pour l'en expulser : c'était une espèce d'éternument ou de toux volontaire. La répétition fréquente de ces actes les a fait passer en habitude, un peu à la fois l'habitude elle-même s'est convertie en action réflexe, et aujourd'hui l'intervention de la volonté est plutôt un obstacle à l'accomplissement parfait de ces fonctions. Sans doute pour transformer ainsi un acte volontaire en un acte purement réflexe, il a fallu beaucoup de temps, mais cet élément ne fait jamais défaut au darwinisme.

« En ce qui regarde le temps, nous dit Darwin, il y en a eu plus qu'il n'en faut pour la transformation de ces habitudes en actions innées ou réflexes, car elles sont communes à tous ou presque tous les quadrupèdes supérieurs, et par conséquent elles doivent avoir été acquises à une époque très-reculée (1). »

(1) « As far as time is concerned, there has been more than enough for » these habits to have become innate or converted into reflex actions; for » they are common to most or all of the higher quadrupeds, and must there- » fore have been first acquired at a very remote period. » Ibid., p. 40.

On le voit donc : le darwinisme nous reporte ici vers ce lointain passé auquel il aime tant à rêver. Puisque nos proches du règne animal toussent et éternuent comme nous, d'une manière réflexe, il ne faut, d'après le système, voir dans ces phénomènes qu'un héritage qui leur a été légué, comme à nous, par un ancêtre commun aujourd'hui éteint ; et par conséquent les premières racines de cette faculté remonteraient jusqu'à une époque où le mugissement des bœufs et le hennissement des chevaux n'animaient pas encore nos prairies.

Il est, d'ailleurs, des habitudes qui se contractent sans aucun but d'utilité ; elles sont simplement associées à certains états d'esprit. Par suite, elles ne peuvent dépendre du premier principe posé par Darwin. Seulement il est toujours important pour sa théorie, de constater que ces habitudes se transmettent également par l'hérédité. Aussi Darwin n'y manque pas. Voici un exemple remarquable de ces sortes d'habitudes héréditaires, et dont, d'après les détails rapportés par le naturaliste anglais, l'authenticité n'est pas douteuse.

Un personnage d'une position considérable avait ce tic étrange : durant son sommeil, il relevait lentement le bras droit vis-à-vis de son visage, et alors laissait retomber le poignet sur le nez. Et comme celui-ci était fort proéminent, il restait souvent douloureux des coups qu'il avait reçus. Or, chez le fils de ce gentleman, la même particularité s'est présentée avec la seule différence que, dans ce cas, le nez n'ayant que les proportions ordinaires, ne s'est pas trouvé meurtri par les coups. Enfin la fille du dernier a hérité aussi de cette habitude légèrement modifiée ; au lieu de laisser retomber le poignet sur le nez, c'est la paume de la main à demi-fermée qui frappe cet organe (1).

Ces détails suffisent, pensons-nous, pour faire apprécier jusqu'où va l'extrême importance attribuée par Darwin aux effets de l'habitude. Donnons maintenant quelques-uns des exemples au moyen desquels, en partant de cet ordre d'idées, il essaie l'application de son premier principe.

(1) Voir Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 33-34.

II. Mouvements expressifs expliqués par le premier principe de Darwin.

Exemples tirés des animaux. L'espèce canine fournit à Darwin une bonne part de ces exemples.

C'est ainsi que les chiens, nous dit-il, lorsqu'ils veulent dormir sur un tapis ou une surface résistante quelconque, font généralement plusieurs tours et grattent le sol avec leurs pattes antérieures par une opération sans but, comme s'ils voulaient fouler l'herbe ou se creuser une couchette. Ce serait là un souvenir des habitudes de leurs parents sauvages, du temps où ceux-ci vivaient en liberté dans les prairies ou dans les bois. Un chien à demi idiot, d'après une observation rapportée à Darwin, a été vu faisant treize tours complets sur un tapis avant de se coucher pour dormir. Ainsi nos chiens exécuteraient aujourd'hui, par suite d'habitudes héréditaires, des mouvements absurdes et dénués de toute utilité, mais qui, chez leurs aïeux sauvages, étaient parfaitement motivés par un but utile (1).

Darwin nous rappelle aussi la pratique des chiens qui grattent le sol après leurs évacuations, comme s'ils voulaient rejeter de la terre sur leurs excréments. Ils agissent ainsi, selon lui, même lorsqu'ils se trouvent sur un pavement en pierres. Les loups et les chacals se comportent d'une manière analogue. Les chats, au contraire, enterrent véritablement leurs excréments. Au sens de Darwin, il est donc naturel de croire que ces habitudes des chiens et des loups, sont la trace d'une opération, aujourd'hui sans but, mais jadis parfaitement utile, qui était exécutée par l'ancêtre commun du genre Chien, et qui se perpétue par association chez ses descendants, même lorsqu'elle a perdu toute raison d'être (2).

Voici un autre exemple de mouvements associés. On sait combien les chiens aiment à se rouler sur la charogne, dont

(1) Ibid. p. 42-43.
(2) Cf. ibid. p. 44.

l'odeur paraît leur être particulièrement délectable. Or, Darwin possède un chien terrier que ces habitudes influencent d'une étrange façon. Lorsqu'on présente à l'animal un morceau de biscuit brun, dans les moments où il n'a pas faim, il le mord et le déchire, comme si c'était une proie vivante; puis il se roule sur le biscuit, comme si c'était de la charogne. Ce sont là évidemment des mouvements associés au souvenir d'une proie vivante et de la charogne, et Darwin pense que par là l'animal veut donner une saveur imaginaire, recherché, à un aliment qui lui inspire un certain dégoût (1).

Les chats fournissent aussi des exemples fréquents de mouvements associés analogues (2).

Le canard *Tadorne* présente des habitudes qui s'expliquent de la même manière. Il cherche sa pâture dans les sables abandonnés par la marée, et lorsqu'il y aperçoit la trace d'un ver, il piétine le sol pour le faire sortir. Or, dans le *Jardin zoologique* (3), ces canards font le même manége, lorsqu'ils viennent réclamer leur nourriture (4).

Naturellement dans tous ces phénomènes, Darwin ne voit que le dernier stade d'une révolution lente. Mais le problème essentiel au point de vue de l'évolution, c'est de rendre compte de la formation de l'organe même qui sert à l'expression. Darwin cherche rarement à expliquer avec quelque détail le mode d'origine et les causes du développement d'un tel organe. Si parfois il n'a pas reculé devant le problème, nous devons croire que, dans ces cas exceptionnels, il a cru avoir trouvé une solution particulièrement satisfaisante au point de vue de son système. Il est donc intéressant de connaître ces théories partielles, afin de voir jusqu'à quel point elles supportent la critique.

Or, Darwin a essayé d'expliquer l'origine et le dévelop-

(1) Ibid. p. 44-45.

(2) Ibid. p. 46.

(3) Lorsque Darwin parle, sans autre indication, d'un fait observé au *Jardin zoologique*, il a toujours en vue celui de *Regent's Park*, à Londres.

(4) Ibid p. 47.

pement progressif d'un des instruments d'expression les plus curieux qui se rencontrent parmi les espèces ophidiennes, nous voulons dire de l'appareil de résonnance du serpent à sonnettes ou Crotale.

On sait en quoi consiste cet appareil. L'animal possède au bout de la queue des grelots ou cornets écailleux, enfilés les uns dans les autres, et qui résonnent lorsqu'il fait quelque mouvement. Mais si le serpent est irrité ou inquiété, il fait vibrer avec force ses sonnettes. Le but du redoutable reptile paraît être, selon Darwin, d'effrayer ses ennemis ou même peut-être de se procurer une proie par une espèce de fascination exercée sur elle. Comme expression de la colère, ce mouvement s'expliquerait donc, en vertu du premier principe de Darwin, par une association d'habitudes qui se seraient formées dans un but spécial. Mais l'essentiel pour l'animal était, avant tout, d'acquérir l'appareil à sonnettes, puisque nécessairement d'après le darwinisme, il fut un temps où les aïeux du Crotale ne le possédaient pas. Voici donc l'explication de Darwin à ce sujet :

« Puisque j'ai parlé si longuement des serpents, nous dit-il, je suis tenté d'ajouter quelques remarques sur la manière dont les grelots du serpent à sonnettes ont été probablement développés. Divers animaux, entre autres quelques sauriens, courbent leur queue ou la font vibrer lorsqu'ils sont irrités. Tel est aussi le cas chez plusieurs espèces ophidiennes. Au *Jardin zoologique*, une espèce inoffensive, le *Coronella Sayi*, fait vibrer sa queue si rapidement qu'elle devient presque invisible. Le Trigonocéphale, indiqué plus haut, a la même habitude, et l'extrémité de sa queue est un peu grossie ou se termine en une espèce de grain de chapelet. Chez le Lachesis, qui est si étroitement allié au serpent à sonnettes qu'il a été placé par Linné dans le même genre, la queue se termine en une pointe ou écaille, unique, large et en forme de lancette. Selon la remarque de M. Shaler, il est des serpents dont la peau *se détache plus imparfaitement dans la région caudale que dans les autres parties du corps.*

» Maintenant si nous supposons que le bout de la queue d'une ancienne espèce américaine, était élargi et recouvert par une seule grande écaille, celle-ci n'aurait guère pu se détacher à chaque mue successive. Dans ce cas, elle aurait été retenue d'une manière permanente, et à chaque période de croissance, à mesure que le serpent devenait plus fort, une nouvelle écaille, plus grande que la précédente, se serait formée au-dessus de celle-ci, et se serait pareillement conservée. La base pour le développement d'une sonnette aurait été ainsi posée, et cet organe serait devenu d'un usage habituel, si l'espèce, à l'instar de beaucoup d'autres, faisait vibrer sa queue dans les moments d'irritation. Que la sonnette ait été *depuis* spécialement développée pour servir efficacement, comme instrument de résonnance, on ne peut guère en douter, car même les vertèbres qui terminent la queue ont été modifiées dans leur forme et sont soudées. La modification, d'ailleurs, de structures diverses telles que la sonnette du serpent à sonnettes, les écailles latérales de l'Echis, le cou du Cobra avec les côtes qu'il renferme et tout le corps du serpent-souffleur (1), dans le but d'écarter et de mettre en fuite les ennemis de ces animaux, n'est pas plus improbable que la modification qui a atteint toute l'organisation d'un oiseau, de l'admirable Secrétaire *(Gypogeranus)*, pour lui permettre de tuer impunément les serpents. A en juger d'après ce que nous avons vu antérieurement, cet oiseau hérissait très-probablement ses plumes toutes les fois qu'il attaquait un serpent. Et certainement chez le *Herpestes*, lorsqu'il s'élance avec furie à l'attaque d'un serpent, tout le poil se dresse sur le corps et particulièrement sur la queue. Nous avons vu aussi que certains porcs-épics, sous l'impression de la colère ou de l'alarme causée par la vue d'un serpent, font vibrer

(1) *Serpent-souffleur (puff-adder)* est un nom vulgaire du *Clotho arietans*. Ce reptile est particulièrement remarquable par la propriété de pouvoir, dans les moments de colère, inhaler une énorme quantité d'air ce qui le rend beaucoup plus volumineux et lui permet d'émettre un sifflement bruyant et prolongé.

rapidement leur queue en produisant ainsi un son particulier par le frottement les uns contre les autres de leurs piquants creux. De sorte qu'ici les assaillants et les assaillis tout à la fois essaient de se rendre réciproquement aussi terribles que possible; et les uns et les autres possèdent, adaptés à ce but, des moyens qui, par un fait assez bizarre, sont presque les mêmes dans certains cas. En résumé, nous pouvons comprendre que si, d'une part, parmi les serpents, les individus mêmes qui étaient les plus propres à mettre en fuite leurs ennemis, ont le mieux échappé au danger d'être dévorés ; et si, d'autre part, parmi leurs ennemis, ceux-là ont survécu en plus grand nombre qui ont été le mieux doués pour la dangereuse tâche de tuer et de dévorer les serpents vénimeux; — il en résultera, dans un cas comme dans l'autre, que les variations utiles, en supposant variables les caractères en question, auraient été surtout conservées par la survivance du plus apte (1). »

(1) « Having said thus much about snakes, I am tempted to add a few » remarks on the means by which the rattle of the rattle-snake was probably » developped. Various animals, including some lizards, either curl or vibrate » their tails when excited. This is the case with many kinds of snakes. In » the Zoological Gardens, an innocuous species, the *Coronella Sayi*, » vibrates its tail so rapidly that it becomes almost invisible. The Trigono- » cephalus, before alluded to, has the same habit; and the extremity of its » tail is a little enlarged, or ends in a bead. In the Lachesis, which is so » closely allied to the rattle-snake that is was placed by Linnæus in the » same genus, the tail ends in a single, large, lancet-shaped point or scale. » With some snakes the skin, as Professor Shaler remarks, *is more imper-* » *fectly detached from the region about the tail than at other parts of* » *the body*. Now if we suppose that the end of the tail of some ancient » American species was enlarged, and was covered by a single large scale, » this could hardly have been cast off at the successive moults. In this case » it would have been permanently retained, and at each period of growth, » as the snake grew larger, a new scale, larger than the last, would have » been formed above it, and would likewise have been retained. The foun- » dation for the development of a rattle would thus have been laid; and it » would have been habitually used, if the species, like so many others, » vibrated its tail whenever it was irritated. That the rattle has since been

L'hypothèse de Darwin se réduit donc à ceci :

En supposant que le serpent à sonnettes ait commencé par n'avoir qu'une écaille à l'extrémité de la queue, cette écaille n'aurait guère pu se détacher à la mue. Par suite, à la période suivante de croissance , une seconde écaille aurait dû se former au-dessus de la première, et ainsi de suite. Cela posé, tout l'appareil se serait développé à cause de son utilité comme moyen de protection contre les ennemis du serpent. Et en fait ces modifications ne sont pas plus difficiles à admettre que celles, entre autres, du *Secrétaire* dont toute l'organisation a été modifiée pour lui permettre de chasser impunément les serpents.

» specially developped to serve as an efficient sound-producing instrument, » there can hardly be a doubt; for even the vertebræ included within the » extremity of the tail have been altered in shape and cohere. But there is » no greater improbability in various structures, such as the rattle of the » rattle-snake, — the lateral scales of the Echis, — the neck with the » included ribs of the Cobra, — and the whole body of the puff-adder, — » having been modified for the sake of warning and frightening away their » enemies, than in a bird, namely, the wonderful Secretary-hawk *(Gypogeranus)* having had its whole frame modified for the sake of killing snakes » with impunity. It is highly probable, judging from what we have before » seen, that this bird would ruffle its feathers whenever it attacked a snake; » and it is certain that the Herpestes, when it eagerly rushes to attack a » snake, erects the hair all over its body, and especially that on its tail. We » have also seen that some porcupines, when angered or alarmed at the sight » of a snake, rapidly vibrate their tails, thus producing a peculiar sound by » the striking together of the hollow quills. So that here both the attackers » and the attacked endeavour to make themselves as dreadful as possible to » each other; and both possess for this purpose specialised means, which, » oddly enough, are nearly the same in some of these cases. Finally we can » see that if, on the one hand those individual snakes, which were best able » to frighten away their enemies, escaped best from being devoured; and if, » on the other hand, those individuals of the attacking enemy survived in large » numbers which were the best fitted for the dangerous task of killing and » devouring venomous snakes; — then in the one case as in the other, » beneficial variations, supposing the characters in question to vary, would » commonly have been preserved through the survival of the fittest. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 108-111.

Nous aurons à revenir plus tard sur cette explication que nous avons déjà examinée ailleurs (1). Pour le moment nous ne sommes que narrateur.

Exemples tirés de l'homme. Il est chez l'homme une foule d'expressions émotionnelles qui, dans leur signification primitive, ne sont pas autre chose que des mouvements associés à un but utile. Darwin les range donc sous son premier principe.

Ainsi le tressaillement, qui est généralement comme une espèce de mouvement brusque en arrière de la tête et du corps, et qui trahit normalement l'émotion excitée par un bruit soudain, devrait son origine à l'habitude que nous avons de nous rejeter en arrière, aussi vivement que possible, pour éviter un danger perçu. Le clignement des yeux qui, chez les grandes personnes, accompagne le plus souvent le tressaillement que cause un bruit inopiné, viendrait de l'habitude de fermer les yeux pour les protéger de toute atteinte imminente.

Darwin rapporte à ce sujet une expérience qu'il a essayée sur un de ses enfants, âgé de 114 jours. Il secoua tout près des yeux de l'enfant une boîte de carton, mais celui-ci ne cligna pas du tout les yeux. Alors Darwin plaça quelques dragées dans la boîte, en la tenant dans la même position qu'auparavant, et il les agita avec bruit. Cette fois l'enfant eut un clignement très prononcé et tressaillit légèrement. « Évidemment, continue Darwin, il était impossible qu'un enfant soigneusement gardé pût avoir appris par expérience qu'un tel bruit causé près des yeux, indiquait pour ces organes quelque danger. Mais cette expérience aura été lentement acquise à un âge plus avancé, durant une longue série de générations; et d'après nos connaissances sur l'hérédité, il n'y a rien d'improbable dans la transmission d'une habi-

(1) Cf. *De l'évolution de l'appareil à sonnettes du Crotale d'après Darwin*, (*Annales de la* Société scientifique de Bruxelles, première année, seconde partie, p. 95-106. Bruxelles 1877).

tude chez le rejeton, à un âge plus tendre que celui auquel l'habitude a été d'abord contractée par les parents (1). »

On le voit : ici encore Darwin fait intervenir ces longues suites de générations qui reviennent sans cesse dans son système.

Parlons maintenant du dégoût. Il s'exprime souvent par des mouvements de la bouche et des lèvres qui rappellent les symptômes précurseurs du vomissement. Manifestement le sentiment dont on est alors affecté n'est pas sans analogie avec celui qui provoque le vomissement réel. Cette expression serait donc un phénomène associé à une disposition mentale particulière, et Darwin croit même pouvoir la rattacher aux habitudes de nos progéniteurs qui, pense-t-il, jouissaient, à l'instar des ruminants, de la faculté de rejeter aussitôt et spontanément toute nourriture désagréable. Selon lui cette faculté seule rend intelligible la promptitude avec laquelle nous éprouvons des nausées à la simple pensée que nous aurions ingéré un aliment répugnant (2).

L'expression du mépris qui consiste dans l'abaissement partiel des paupières ou dans le détournement des yeux ou du corps, s'explique également par une association très significative. On semble dire alors que la personne méprisée n'est pas même digne d'un regard, ou qu'on n'en supporte pas la vue (3).

Voici encore d'autres mouvements expressifs que Darwin déduit de son premier principe.

Au moment d'une chute, nous étendons les bras pour nous

(1) « It was obviously impossible that a carefully-guarded infant could » have learnt by experience that a rattling sound near its eyes indicated » danger to them. But such experience will have been slowly gained at a » later age during a long series of generations ; and from what we know of » inheritance, there is nothing improbable in the transmission of a habit to » the offspring at an earlier age than that at which it was first acquired by » the parents. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 39.

(2) Cf. ibid. p. 258-259.

(3) Cf. 255.

garantir, et telle est la force de l'habitude que peu d'individus sont capables de s'abstenir de ce geste, même lorsqu'ils se laissent tomber volontairement sur un lit moelleux (1).

Un homme aux manières communes se gratte la tête lorsqu'il se trouve embarrassé. C'est là un mouvement dû à l'association, comme si l'individu éprouvait quelque sensation désagréable, une démangeaison à la tête, par exemple, démangeaison qu'il chercherait à faire disparaître en se grattant (2). D'autres, dans les mêmes circonstances, se frottent les yeux ou toussent légèrement, comme s'ils ressentaient une impression gênante aux yeux ou à la gorge (3).

Mais les phénomènes suivants méritent surtout d'être remarqués.

Lorsque la douleur fait crier un enfant, toute sa face revêt une expression des plus caractéristiques. Les yeux sont étroitement fermés et le globe oculaire est soumis à une forte pression. Cet effet est dû à la contraction des muscles qui entourent l'œil : le *corrugateur du sourcil*, l'*orbiculaire des paupières* et le *pyramidal du nez*. En même temps le front, sous l'action du corrugateur, se ride verticalement entre les sourcils. La lèvre supérieure, par suite surtout de la connexion du muscle *malaire* avec l'orbiculaire des paupières, se relève ; et les *dépresseurs du coin de la bouche*, contractés également, tiennent l'ouverture buccale béante afin de fournir passage à un fort volume d'air. La raison de ces dernières particularités est évidente, puisque la bouche doit s'ouvrir suffisamment pour rendre possible l'émission des cris. Mais la compression du globe de l'œil est un fait particulièrement intéressant, car il se présente dans d'autres expressions encore. Nous allons nous y arrêter quelques instants.

L'explication de ce point est due à Sir Ch. Bell.

« Dans certains cas d'expression, nous dit-il, le muscle

(1) Ibid. p. 31.
(2) Ibid. p. 32.
(3) Ibid.

orbiculaire des paupières agit puissamment. Pendant le rire et les cris, le bord externe de ce muscle, en se contractant, ramasse la peau autour de l'œil et comprime en même temps le globe oculaire. La matière présente un nouvel intérêt lorsque nous recherchons le but de cette compression. Ce but a une relation évidente avec la circulation du sang dans l'intérieur de l'œil. Durant tout acte violent d'expiration, soit qu'il s'agisse du franc rire, des pleurs, de la toux ou de l'éternument, le globe de l'œil est fortement comprimé par les fibres de l'orbiculaire; et c'est là une précaution pour protéger et défendre ce système vasculaire de l'intérieur de l'œil contre une impulsion rétrograde imprimée alors au sang dans les veines. Quand nous resserrons la poitrine et expulsons l'air, le flux sanguin des veines du cou et de la tête est retardé; et dans les actes les plus énergiques d'expulsion, non-seulement le sang distend les vaisseaux ordinaires, mais il est refoulé dans les petites branches. Si l'œil n'était pas alors convenablement comprimé de manière à offrir une résistance au choc, il pourrait en résulter une lésion irréparable pour les tissus délicats de l'intérieur de cet organe (1). »

(1) « The orbicularis muscle of the eyelids acts powerfully in certain kinds » of expression. In laughing and crying, the outer circle of this muscle, as » it contracts, gathers up the skin about the eye; and at the same time it » compresses the eyeball. A new interest is given to the subject when we » inquire into the object of that compression. It has a distinct relation to » the circulation of the blood within the eye. During every violent act of » expiration, whether in hearty laughter, weeping, coughing, or sneezing, » the eyeball is firmly compressed by the fibres of the orbicularis; and this » is a provision for supporting and defending the vascular system of the » interior of the eye from a retrograde impulse communicated to the blood » in the veins at that time. When we contract the chest and expel the air, » there is a retardation of the blood in the veins of the neck and head; and » in the more powerful acts of expulsion, the blood not only distends the » vessels, but is even regurgitated into the minute branches. Were the eye » not properly compressed at that time, and a resistance given to the shock, » irreparable injury might be inflicted on the delicate textures of the interior » of the eye. » Sir Ch. Bell, *The anatomy and philosophy of expression*, p. 105-106. 6th édition, London 1872.

Un des vulgarisateurs des découvertes de Sir Ch. Bell, Alexandre Shaw, dans un travail sur le système nerveux, a exposé avec une parfaite clarté ces vues de l'éminent physiologiste. Il s'exprime ainsi :

« Le sang qui retourne au cœur au moyen des veines, coule vers la poitrine en cheminant avec lenteur et de manière à être facilement arrêté dans sa marche, la force à laquelle il devait son expulsion du cœur dans les artères, étant épuisée avant son entrée dans les veines. Par suite de cette faiblesse du courant, une cause légère peut arrêter le sang renfermé dans les grandes veines qui avoisinent l'entrée de la poitrine, — dans les veines jugulaires, par exemple ; — il en résultera la congestion des petits vaisseaux et peut-être une lésion grave des organes les plus délicats d'où revient le sang. Or, dans la respiration, il se présente parfois des conditions qui entraînent ainsi momentanément l'interruption du courant veineux. Lorsque, dans l'acte respiratoire, nous aspirons, le sang coule avec une parfaite facilité le long des veines, parce que l'ouverture supérieure de la poitrine est alors agrandie, et que la succion qui entraîne l'air dans la trachée-artère, a aussi pour effet d'accroître la force centripète du courant sanguin. Mais lorsque nous expulsons l'air et que, par suite, nous diminuons la capacité de la poitrine, il se produit un obstacle au cours du sang dans les veines, et si l'acte de l'expiration est puissant, le sang peut être refoulé. Cette interruption, ce mouvement rétrograde du sang dans les grosses veines du cou, engorge les vaisseaux de moindre calibre, et c'est ce que l'on peut voir chez une personne prise d'un accès de toux ou d'éternument, car sa face devient alors empourprée et les veines superficielles se gonflent de sang. Si donc à la tête les veines de la périphérie se congestionnent dans ces conditions violentes de la respiration, il est évident que les veines plus profondes qui ramènent le sang du cerveau et de l'œil, seront aussi, par la même cause, distendues outre mesure. Les tissus délicats de ces importants organes seront donc en danger

d'éprouver une lésion grave par suite de la turgescence et de la distension des veines. Mais les deux organes sont défendus contre ces dangers au moyen d'un bel arrangement des muscles du cou, qui recouvrent et protègent les troncs veineux.... Il faut aussi remarquer que le tissu plat formé de fibres musculaires et qui couvre l'œil, — c'est-à-dire le muscle orbiculaire, au moyen duquel nous clignons et fermons les yeux, — fait partie du même arrangement. Il agit en comprimant le globe oculaire dès que la poitrine est violemment contractée, comme dans la toux, etc.; de la sorte, il ferme les veines situées derrière l'orbite, et prévient l'engorgement des fines branches qui se ramifient dans les couches délicates de l'œil (1). »

(1) « The blood which returns to the heart by the veins, flows towards the » chest in a slow and easily interrupted stream; the force which propelled it » when issuing from the heart by the arteries being exhausted before it » enters the veins. From this weakness of the current, it follows that the » blood collected in the great veins close to the entrance of the chest, — as » the jugular veins, for example, — may be stopped by a slight cause; » whence congestion of the minute branches will be the consequence, and » serious injury may be occasioned to the more delicate organs from which » the blood returns. Now there are certains conditions of the chest in brea- » thing, during which the veinous blood is thus interrupted. As we draw in » the breath, the blood flows along the veins with perfect facility, because » the superior opening of the chest is then enlarged, and the succion, which » draws air into the windpipe, has also the effect of increasing the force of » the current of the returning blood. But when we expel the air, and thereby » diminish the area of the chest, an obstruction takes place in the flow of » blood in the veins, and if the act of expiration be strong, regurgitation » may be produced. This interruption, and retrograde motion of the blood in » the large veins of the neck, gorges the smaller vessels; the effect of which » may be seen in a person seized with a fit of coughing or of sneezing : for » his face then becomes suffused with red, and the superficial veins turgid » with blood. It is therefore obvious that if the veins of the surface of the » head become congested, in such violent conditions of breathing, the deeper » veins, returning the blood from the brain and the eye, will also be over- » distended from the same cause. Consequently, the delicate textures of these » important organs will be in danger of suffering serious injury from the » loaded and turgid condition of the veins. But both organs are defended

On peut, d'ailleurs, mettre en évidence les inconvénients que produirait le refoulement du sang dans les petites branches veineuses de l'œil.

« Si nous séparons, dit Ch. Bell, les paupières d'un enfant pour examiner l'œil au moment où le petit être crie et se débat contre la souffrance, et que nous supprimions ainsi la protection naturelle du système vasculaire de l'œil et les moyens de le défendre contre le choc du sang qui revient alors, la conjonctive devient à l'instant injectée de sang et les paupières se retournent (1). »

L'étude de ce sujet a été reprise, en ces derniers temps, par le professeur Donders d'Utrecht, et les résultats auxquels il est arrivé, confirment pleinement les faits exposés par Ch. Bell (2).

Ainsi toutes les particularités que présentent les traits de l'enfant qui crie, sont parfaitement intelligibles.

Mais il y a naturellement dans l'interprétation de l'origine de ces faits, de grandes différences entre Ch. Bell et Darwin.

» from such dangers by a beautiful arrangement of the muscles of the neck, » which cover and protect the venous trunks.... It is further to be noticed, » that the flat web of muscular fibres which covers the eye,—the orbicularis » muscle, by which we wink, and shut the eyes, — is a part of the same » provision. It acts in compressing the eyeball whenever the chest is violently » contracted, as in coughing, etc.; by that means it closes the veins at the » back of the orbit, and prevents engorgement of the fine branches which » ramify on the delicate coats within the eyeball. » Alexander Shaw, *On the nervous system*, apud Sir Ch. Bell, opere citato, p. 256-257.

(1) « If we separate the eyelids of a child, to examine the eye while i » cries and struggles with passion, by taking off the natural support to the » vascular system of the eye, and the means of guarding it against the rush » of blood then occurring, the conjunctiva becomes suddenly filled with » blood, and the eyelids everted. » Sir Ch. Bell, *The nervous system of the human body*, 3d édit. 1836, p. 175.— Voir *The anatomy and philosophy of expression*, p. 106.

(2) Les recherches du professeur Donders ont été publiées d'abord dans un recueil hollandais : *Nederlandsch Archief voor Genees en Natuurkunde*, Deel 5, 1870. — Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 160-162.

Pour le premier, ces caractères sont un fait primordial, aussi ancien que l'existence même de l'espèce humaine. Les enfants primitifs exécutaient ces mouvements tutélaires en faveur de l'œil aussi bien que les enfants de nos jours.

Pour Darwin, au contraire, tout cela a encore été acquis lentement.

« Lorsque, nous dit-il, les enfants ont faim ou souffrent d'une manière quelconque, ils crient fort comme les petits de la plupart des animaux, en partie pour appeler l'aide de leurs parents, en partie parce que tout exercice violent est un soulagement dans la douleur. Les cris prolongés ont comme résultat inévitable l'engorgement des vaisseaux sanguins de l'œil, et ceci aura, dans le but de protéger les yeux, amené la contraction des muscles qui les entourent. Cet acte aura d'abord été délibéré, et il se sera à la fin transformé en une simple habitude (1). »

Ainsi chez les enfants primitifs, chez les nouveau-nés qui ont assisté à l'aurore de notre histoire, la contraction du pyramidal du nez, de l'orbiculaire des paupières et du sourcilier, était un acte délibéré; et c'est seulement dans la suite des temps que ces mouvements sont devenus inconscients.

Cette conclusion, d'ailleurs, n'est que la conséquence d'un principe général posé par Darwin. Pour lui dès le moment où des mouvements sont parfaitement combinés en vue d'une fin, il faudrait les considérer comme ayant été, primitivement du moins, volontaires chez l'animal. Ce principe, nous le trouvons énoncé à propos de certaines opérations que l'on voit exécuter par une grenouille décapitée.

« Il n'est guère croyable, nous dit Darwin, que les mou-

(1) « Children, when wanting food or suffering in any way, cry out loudly, » like the young of most other animals, partly as a call to their parents for » aid, and partly from any great exertion serving as a relief. Prolonged » screaming inevitably leads to the gorging of the blood-vessels of the eye; » and this will have led, at first consciously and at last habitually, to the » contraction of the muscles round the eyes in order to protect them. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 176.

vements d'une grenouille décapitée, lorsqu'elle enlève une goutte d'acide ou quelque autre objet déposé sur la cuisse, mouvements qui sont si parfaitement coordonnés pour un but spécial, n'aient pas été d'abord exécutés volontairement, quoique plus tard ils aient été tellement facilités par une longue habitude, qn'à la fin l'animal les accomplit inconsciemment (1), »

Les particularités qui caractérisent les cris des enfants (*screaming fit*, *accès de cris*) donnent la clef de quelques autres expressions.

C'est ainsi que s'expliquent plusieurs des traits les plus remarquables de la douleur ou tristesse muette. *Il n'est pas rare* alors *que les sourcils soient rendus obliques par suite du soulèvement de leurs extrémités internes; d'où des plis d'une forme particulière sur le front.* On voit aussi parfois, dans ces circonstances, *les commissures des lèvres tirées en bas* (2).

Or, Darwin explique cette obliquité des sourcils d'une manière ingénieuse.

Quoique, avec l'âge, nous réprimions l'envie de crier, cependant par suite de l'habitude contractée durant les années d'enfance, les muscles qui entourent l'œil et qui le protègent durant les cris, tendent encore, sous l'impression d'une émotion pénible, à se contracter comme si nous criions effectivement. Le pyramidal du nez surtout, qui paraît être moins que le corrugateur et l'orbiculaire des paupières sous l'empire de la volonté, se contracte souvent, dans ces circonstances, d'une manière très sensible. La partie médiane

(1) « It is scarcely credible that the movements of a headless frog, when » it wipes off a drop of acid or other object from its thigh, and which move- » ments are so well co-ordinated for a special purpose, were not at first » performed voluntarily, being afterwards rendered easy through long-conti- » nued habit so as at last to be performed unconsciously. » Ibid. p. 40.

(2) « The eyebrows not rarely are rendered oblique, which is due to their » inner ends being raised. This produces peculiarly-formed wrinkles on the » forehead.... The corners of the mouth are drawn downwards. » Ibid. p. 179.

du muscle frontal est l'antagoniste du pyramidal, et pour réprimer la contraction involontaire de celui-ci, nous contractons vivement et volontairement celle-là : d'où le relèvement et le plissement de l'extrémité interne des sourcils, les corrugateurs étant en même temps légèrement contractés.

« Nous avons tous, dit Darwin, lorsque nous étions enfants, contracté bien des fois nos muscles orbiculaires, corrugateurs et pyramidaux, pour protéger nos yeux durant les cris; *nos progéniteurs avant nous ont fait la même chose pendant de nombreuses générations.* Et quoique en avançant en âge nous nous abstenions facilement de l'émission des cris dans la peine, nous ne pouvons, par suite de la longue habitude, réprimer toujours une contraction légère des muscles indiqués plus haut; à la vérité, si cette contraction est faible, nous ne la remarquons pas sur nous-mêmes, ni n'essayons de l'empêcher. Mais les pyramidaux semblent être moins sous l'empire de la volonté que les autres muscles mentionnés, et s'ils sont bien développés, leur contraction ne peut être réprimée que par l'action opposée des faisceaux médians du frontal. Si cette dernière action est énergique, il en résulte nécessairement le relèvement oblique des sourcils, le plissement de leurs extrémités internes, et la formation de rides rectangulaires au milieu du front (1). »

(1) « We have all of us, as infants, repeatedly contracted our orbicular, » corrugator, and pyramidal muscles, in order to protect our eyes whilst » screaming; our progenitors before us have done the same during many » generations; and though with advancing years we easily prevent, when » feeling distressed, the utterance of screams, we cannot from long habit » always prevent a slight contraction of the above-named muscles; nor in- » deed do we observe their contraction in ourselves, or attempt to stop it, if » slight. But the pyramidal muscles seem to be less under the command of » the will than the other related muscles; and if they be well developed, » their contraction can be checked only by the antagonistic contraction of » the central fasciæ of the frontal muscle. The result which necessarily » follows, if these fasciæ contract energetically, is the oblique drawing up » of the eyebrows, the puckering of their inner ends, and the formation of » rectangular furrows on the middle of the forehead. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 192.

On le voit : comme toujours, Darwin fait encore intervenir ici nos progéniteurs avec leurs *nombreuses générations*, pour expliquer la formation lente de cette expression.

Le second point que nous avons mentionné tout à l'heure, est l'abaissement des coins de la bouche dans le chagrin.

Or, comme la dépression des commissures des lèvres est le premier symptôme annonçant l'imminence des cris ou des pleurs chez l'enfant, même lorsqu'il cherche à les retenir elle s'expliquerait, en tant qu'elle caractérise la tristesse, d'une manière analogue au relèvement oblique des sourcils. Les *depressores anguli oris* qui produisent cet abaissement, devraient être considérés aussi comme étant moins que les autres muscles, sous le commandement de la volonté; et par suite de l'habitude des premières années, ils obéissent, dans la tristesse, à l'impression pénible, même malgré la volonté.

« Comme les dépresseurs, nous dit Darwin, ont été bien des fois, *durant de nombreuses générations*, fortement contractés pendant l'enfance, la force nerveuse, en vertu du principe de l'habitude longtemps associée, tendra à se répandre dans ces muscles aussi bien que dans les divers autres muscles de la face, toutes les fois qu'à un âge plus avancé on éprouve même légèrement une impression de tristesse. Mais les dépresseurs étant un peu moins sous le contrôle de la volonté que la plupart des autres muscles, nous pouvions prévoir qu'ils se contracteraient souvent légèrement alors que les autres resteraient inertes (1). »

Dans ce cas, de nouveau, nous voyons donc arriver les

(1) « As the depressors have been repeatedly brought into strong action » during infancy in many generations, nerve-force will tend to flow, on the » principle of long associated habit, to these muscles as well as to various » other facial muscles, whenever in after-life even a slight feeling of distress » is experienced. But as the depressors are somewhat less under the control » of the will than most of the other muscles, we might expect that they » would often slightly contract, whilst the others remained passive. » Ibid. p. 195.

nombreuses générations comme le facteur essentiel de la théorie ; c'est là pour Darwin le complément obligé de l'explication purement physiologique d'une expression.

Le froncement des sourcils comme expression d'une difficulté que l'on rencontre, soit dans l'étude, soit dans l'exécution d'un travail mécanique, trouverait aussi sa raison d'être dans des conséquences analogues du premier principe. D'après les observations de Darwin sur ses enfants (1), au moment où un accès de cris est imminent, le sourcilier semble être parmi les muscles péri-oculaires, le premier qui se contracte.

« Comme l'habitude de froncer les sourcils, dit-il, s'est maintenue chez les enfants, durant d'innombrables générations, au commencement de tout accès de cris ou de pleurs, elle a fini par s'associer d'une manière permanente à l'impression naissante de quelque chose de pénible ou de désagréable (2). »

Mais une autre cause aurait, selon Darwin, fortifié cette association. On fronce aussi les sourcils, en effet, pour protéger les yeux contre l'action trop vive de la lumière, lorsqu'on fixe avec attention, par un jour éclatant, un objet placé au loin. Le besoin de cette protection se sera surtout fait sentir chez l'homme primitif qui marchait nu-tête. Or, le froncement ainsi produit se sera transporté, par une association facile, au sentiment de quelque difficulté rencontrée. Il y a, en effet, dit Darwin, une grande analogie en ce qui regarde la situation d'esprit, entre *le regard attentif porté sur un objet éloigné, et le développement de pensées dont l'enchaînement est obscur, ou l'exécution d'un petit travail mécanique* (3).

Enfin il est un autre phénomène émotionnel qui accompagne

(1) Voir ouvrage cité, p. 225.

(2) « As the habit of contracting the brows has been followed by infants » during innumerable generations, at the commencement of every crying or » screaming fit, it has become firmly associated with the incipient sense of » something distressing or disagreeable. » Ibid. p. 225-226.

(3) Voir Darwin, ouvrage cité, p. 228.

souvent les cris, et se rattache intimement à la compression que subit alors le globe oculaire : ce sont les pleurs. Darwin s'en occupe longuement.

Quel en est le mécanisme ou la cause?

Les animaux inférieurs pleurent-ils?

Dans l'histoire de l'évolution de l'homme, à quelle époque faudrait-il faire remonter l'acquisition de notre aptitude aux larmes?

Tels sont les divers points qu'examine le naturaliste anglais.

Il constate d'abord que la contraction des muscles orbiculaires de l'œil, lorsqu'elle a lieu involontairement et fortement, entraîne avec elle la sécrétion des larmes. Il n'y a d'exception que pour les premiers mois de la vie des enfants : il semble que chez eux les glandes lacrymales aient besoin d'un certain exercice avant d'entrer pleinement en action.

Maintenant comment cette contraction produit-elle un effet semblable?

Un des usages les plus importants des larmes est de débarrasser l'œil des corpuscules étrangers qui tombent à sa surface. L'irritation produite par ces particules de poussière, provoque la sécrétion des glandes lacrymales; celles-ci laissent alors couler les larmes : c'est là une action réflexe qui s'accomplirait de la manière suivante. La particule étrangère irrite un nerf de la périphérie qui transmet une impression à des cellules nerveuses sensibles, celles-ci à leur tour réagissent sur d'autres, et ces dernières enfin déterminent la sécrétion (1). D'après Darwin voici quelles seraient les origines du phénomène : « Aussitôt qu'une forme animale primordiale eut acquis des habitudes semi-terrestres, et fut ainsi exposée à recevoir dans les yeux des corpuscules de poussière, ceux-ci lorsqu'ils n'auront pas été enlevés, auront causé une vive irritation; et en vertu du principe de l'irradiation de la force nerveuse aux cellules nerveuses adjacentes, la sécrétion des glandes lacrymales aura été provoquée. Ceci

(1) Ibid. p. 169-170.

s'étant répété fréquemment, et le courant nerveux repassant avec facilité par les canaux habituels, à la fin une irritation légère aura suffi pour exciter une abondante sécrétion de larmes (1). »

Or, nous dit Darwin, dès le moment où une action réflexe de ce genre se sera établie, d'autres stimulants appliqués à la surface de l'œil, — tels qu'un vent froid, une légère inflammation ou un coup sur les paupières, — auront fait couler abondamment les larmes (2). Il y a plus : les parties internes de l'œil elles-mêmes peuvent, dans de certaines conditions, agir d'une manière réflexe sur les glandes lacrymales. C'est ainsi que chez les enfants pauvres affectés d'ulcères invétérés à la cornée, la rétine devient d'une excessive sensibilité à la lumière, et la simple exposition à l'éclat ordinaire du jour entraîne la fermeture forcée des paupières, et un abondant écoulement de larmes (3).

Cela posé, notre théoricien s'explique ainsi l'action des muscles péri-oculaires dans l'effusion des pleurs. « Puisque un léger coup sur les paupières fait couler les larmes en abondance, il est pour le moins possible que la contraction spasmodique des paupières, en comprimant fortement le globe oculaire, cause également quelque sécrétion (4). » Cependant il estime que cette contraction est insuffisante pour rendre

(1) « As soon as some primordial form became semi-terrestrial in its » habits, and was liable to get particles of dust into its eyes, if these were » not washed out they would cause much irritation; and on the principle of » the radiation of nerve-force to adjoining nerve-cells, the lacrymal glands » would be stimulated to secretion. As this would often recur, and as nerve- » force readily passes along accustomed channels, a slight irritation would » ultimately suffice to cause a free secretion of tears. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 170

(2) Ibid.

(3) Voir l'ouvrage cité, p. 171.

(4) « As a slight blow on the eyelids causes a copious secretion of tears, it » is at least possible that the spasmodic contraction of the eyelids, by pressing » strongly on the eyeball, should in a similar manner cause some secretion. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 172-173.

compte des cas nombreux où les larmes accompagnent de violents efforts expiratoires (1).

Il y aurait donc ici une autre cause en jeu. Les parties internes de l'œil, avons-nous dit, peuvent sous de certaines conditions, agir d'une manière réflexe sur les glandes lacrymales. Or, nous savons que durant les violents efforts expiratoires, la pression s'accroît dans les vaisseaux artériels de l'œil, et il y a obstacle au reflux du sang veineux. « Il ne semble donc pas improbable, conclut Darwin, que la distension ainsi produite dans les vaisseaux de l'œil, puisse agir par réflexion sur les glandes lacrymales, les effets dus à la contraction spasmodique des vaisseaux étant ainsi accrus.

» Si nous voulons juger jusqu'à quel point cette manière de voir est probable, nous devons nous rappeler que les yeux des enfants ont subi cette double action pendant des générations sans nombre, chaque fois qu'ils criaient; et en vertu du principe que la force nerveuse passe facilement par les canaux devenus habituels, une compression modérée des yeux et une distension peu énergique des vaisseaux oculaires, auraient fini, en vertu de l'habitude, par agir sur les glandes...

» Au reste, lorsque des actions ou des mouvements complexes ont été longtemps exécutés ensemble en stricte association, et que, pour une cause quelconque, ils ont été d'abord volontairement et ensuite habituellement réprimés, si alors les conditions propres d'excitation se présentent, toute partie de l'action ou du mouvement sur laquelle la volonté a le moins d'empire, se produira encore souvent d'une manière involontaire (2). » C'est ainsi que dans la lecture d'un récit

(1) Ibid. p. 173.

(2) « It seems, therefore, not improbable, that the distension of the ocular » vessels, thus induced, might act by reflection on the lacrymal glands, — » the effects due to the spasmodic pressure of the eyelids on the surface of » the eye being thus increased.

» In considering how far this view is probable, we should bear in mind » that the eyes of infants have been acted on in this double manner during » numberless generations, whenever they have screamed; and on the prin-

pathétique, nous pouvons bien, nous dit Darwin, être assez maîtres de notre émotion pour réprimer tout cri et pour prévenir toute distension des vaisseaux oculaires, néanmoins il n'est pas rare que, dans ces circonstances, les yeux se mouillent de larmes. La raison en est, d'après le naturaliste anglais, que les glandes lacrymales sont remarquablement indépendantes du contrôle de la volonté *(the lacrymal glands are remarkably free from the control of the will)*. Or, dans ces moments d'émotion, par suite de l'habitude, des cellules nerveuses envoient un léger courant aux cellules qui commandent les muscles péri-oculaires, et aussi à celles dont dépendent les glandes lacrymales. Mais tandis que les mouvements des muscles péri-oculaires sont réprimés par la volonté, les glandes lacrymales, plus indépendantes à cet égard, peuvent entrer légèrement en action.

Maintenant, le phénomène émotionnel des larmes se retrouve-t-il chez les animaux inférieurs? C'est là, assurément, une question intéressante, surtout au point de vue des affinités généalogiques que le darwinisme prétend établir relativement à l'origine de l'homme. Or, on voit effectivement des animaux qui pleurent, mais non pas parmi ceux que le système envisage comme nos plus proches alliés.

Ainsi le *Macaque maure (Macacus maurus* ou *Macacus inornatus)* pleure dans la détresse. Une femme qui a vendu à la *Société zoologique* de Londres un individu de cette espèce, issu, pense-t-on, de Bornéo, a rapporté qu'il pleurait souvent bruyamment. Et de fait on l'a vu plusieurs fois au

» ciple of nerve-force readily passing along accustomed channels, even a » moderate compression of the eyeballs and a moderate distension of the » ocular vessels would ultimately come, through habit, to act on the glands...

» Moreover, when complex actions or movements have long been performed » in strict association together, and these are from any cause at first volun- » tarily and afterwards habitually checked, then if the proper exciting condi- » tions occur, any part of the action or movement which is least under the » control of the will, will often still be involuntarily performed. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 174.

Jardin zoologique, verser des larmes abondantes qui coulaient le long de ses joues. Fait remarquable pourtant! deux spécimens gardés plus tard dans le même Jardin, et considérés comme appartenant au même type spécifique, n'ont jamais été vus pleurant, quoiqu'ils aient été observés avec grand soin dans des moments où ils étaient extrêmement peinés et où ils poussaient de hauts cris de détresse.

Le *Cebus Azaræ*, autre singe, s'est montré aussi les yeux remplis de larmes lorsqu'il était contrarié ou fort effrayé. Et de Humboldt, de son côté, affirme que les yeux du *Callithrix sciureus* se mouillent également lorsqu'il est saisi par la crainte.

Mais chose étonnante au point de vue des idées darwiniennes, aucun des singes les plus élevés, notamment des anthropoïdes, n'a jamais été remarqué répandant des pleurs, ni contractant ses muscles orbiculaires au moment où il jette des cris de détresse (1). Darwin l'affirme positivement en parlant des anthropoïdes (2).

En revanche, un animal bien éloigné de l'homme dans le cadre zoologique, l'éléphant des Indes, pleure quelquefois et contracte ses muscles orbiculaires lorsqu'on le fait souffler bruyamment dans sa trompe. Sir E. Tennent, cité par Darwin, rapporte dans son ouvrage sur Ceylan, qu'il a vu dans cette île des éléphants capturés et attachés, et qu'alors quelques-uns d'entre eux restent immobiles, couchés sur le sol, sans autre indication de souffrance que les larmes qui remplissent leurs yeux et coulent sans cesse. L'un de ces captifs après qu'il eut été dompté et lié, montra une douleur vraiment déchirante; à sa violence succéda une extrême prostration : il était étendu sur le sol, poussant des cris étouffés, avec des larmes qui inondaient ses joues (3). Mais par un

(1) Voir Darwin, ouvrage cité, p. 135, 137, 166-167, 362.

(2) V. ouvrage cité, p. 362.

(3) Voir *Ceylon*, 3rd édit. 1859, p. 364, 376. — Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 167-168.

nouveau contraste, l'éléphant d'Afrique, observé dans des moments où on le faisait souffler dans sa trompe, n'a pas contracté ses muscles orbiculaires.

Tous ces animaux pleureurs, fort éloignés entre eux, doivent être tenus d'après le darwinisme lui-même, comme n'ayant que des affinités bien lointaines avec la souche généalogique de l'homme. Par suite, Darwin éprouve un grand embarras à fixer l'histoire de l'acquisition de la faculté des larmes chez l'espèce humaine.

En un endroit, il exprime l'opinion que le progéniteur commun de l'homme et des anthropoïdes ne pleurait pas, mais que cette aptitude s'est développée depuis notre divergence du tronc commun. Pour expliquer, en effet, comment les enfants âgés de quelques jours seulement, crient, mais ne pleurent pas, il remarque que les glandes lacrymales semblent avoir besoin de quelque exercice avant de pouvoir entrer facilement en action, et il ajoute : « Cette explication est certes la plus vraisemblable pour une habitude comme celle des larmes, qui doit avoir été acquise depuis l'époque à laquelle l'homme s'est détaché du progéniteur commun au genre Homo et aux singes anthropomorphes privés de larmes (1). »

Mais ailleurs Darwin n'émet plus cette assertion que d'une manière dubitative ; et invoquant le fait que plusieurs singes inférieurs pleurent, il en conclut que *cette habitude pourrait avoir été développée depuis longtemps dans un rameau du groupe dont l'homme est issu* (*this habit might have been developed long ago in a sub-branch of the group from which man is derived* (2).

L'expression de l'enfant qui crie, nos lecteurs auront pu s'en convaincre avec nous, conduit les physionomistes à l'in-

(1) « This is all the more likely with a habit like weeping, which must » have been acquired since the period when man branched off from the » common progenitor of the genus Homo and of the non-weeping anthropo- » morphous apes. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 154.

(2) Voir le même ouvrage, p. 362.

terprétation de phénomènes connexes, nombreux et doués d'un grand intérêt, abstraction faite des idées évolutionnistes qu'y rattache Darwin. Mais pour l'apôtre infatigable de nos origines simiennes, il n'est pas dans son écrin des expressions passionnelles une perle d'une valeur supérieure au caractère suivant qui, selon lui, prouverait d'une manière toute particulière que nous descendons de la bête.

On remarque parfois chez l'homme qui est dans un excès de fureur, une rétraction des lèvres d'où résulte la mise à nu des dents serrées et grinçantes. *Il semble,* nous dit Darwin, *que les dents se découvrent pour saisir ou déchirer un ennemi, quoique l'intention d'agir de la sorte puisse faire absolument défaut* (1). *Quiconque*, nous dit-il encore, *a beaucoup pratiqué les jeunes enfants, doit avoir remarqué combien ils sont portés à mordre lorsqu'ils sont en colère* (2).

Les aliénés et les idiots aussi présentent souvent cette expression dans le paroxysme de la rage. Le Dr Maudsley a émis sur phénomènes des vues que Darwin cite avec complaisance.

« Le Dr Maudsley, nous dit-il, après avoir rapporté divers traits étranges d'une expression purement brutale chez les idiots, demande si ces traits ne sont pas dus à la réapparition des instincts primitifs, et ne seraient pas *un écho affaibli qui répond à un lointain passé et qui témoigne d'une parenté dont l'homme s'est presque affranchi.* Et comme, ajoute le même docteur, le cerveau humain passe dans le cours du développement par les mêmes états représentés chez les vertébrés inférieurs, et que celui d'un idiot a subi un arrêt de développement, nous pouvons présumer que chez ce dernier *les fonctions cérébrales se borneront aux plus primitives à l'exclu-*

(1) « The appearance is as if the teeth were uncovered, ready for seizing » or tearing an enemy, though there may be no intention of acting in this » manner. » Ouvrage cité, p. 243.

(2) « Every one who has had much to do with young children must have » seen how naturally they take to biting, when in a passion. » Ibid. p. 243.

sion des plus élevées. Le Dr Maudsley pense qu'on peut étendre la même vue au cerveau dégénéré de quelques aliénés; et il demande d'où viennent *le grognement sauvage, l'instinct destructeur, le langage obscène, les hurlements féroces et les habitudes agressives qui se manifestent chez certains aliénés? Pourquoi une créature humaine, privée de sa raison, revêtirait-elle jamais un caractère aussi brutal qu'on l'observe parfois, si elle ne participe pas de la nature de la brute* (1)? Cette question, semble-t-il, doit recevoir une solution affirmative (2). »

Tout cela s'expliquerait donc facilement au sens du darwinisme. Ce seraient des restes de notre existence bestiale d'autrefois, et cela serait tout spécialement vrai de la dénudation des dents dans la fureur. Du temps que nos progéniteurs, à l'instar des animaux féroces, combattaient avec les dents, il leur était utile de les découvrir avant l'attaque pour se tenir prêts à mordre, et en même temps pour effrayer leurs ennemis. Aujourd'hui par suite d'une habitude longtemps conservée, nous continuons, sous l'impression de la fureur, à montrer les dents même quand nous n'avons aucune intention de mordre.

(1) Voir le Dr Maudsley, *Body and mind*, p. 51-53, 1870.

(2) « Dr Maudsley after detailing various strange animal-like traits in » idiots, asks whether these are not due to the reappearance of primitive » instincts — *a faint echo from a far distant past*; *testifying to a kinship* » *which man has almost outgrown*. He adds, that as every human brain » passes, in the course of its development. through the same stages as those » occurring in the lower vertebrate animals, and as the brain of an idiot is » in an arrested condition, we may presume that it *will manifest its most* » *primitive functions, and no higher functions*. Dr Maudsley thinks that » the same view may be extended to the brain in its degenerated condition in » some insane patients; and asks, whence come *the savage snarl, the* » *destructive disposition, the obscene language, the wild howl, the offen,* » *sive habits, displayed by some of the insane? Why should a human* » *being, deprived of his reason, ever become so brutal in character, as* » *some do, unless he has the brute nature within him?* This question » must, as it would appear, be answered in the affirmative. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 245-246.

Une expression qui est entièrement liée à la précédente, est celle du ricanement ou du défi. Lorsqu'une personne est offensée, et qu'elle veut répondre à l'offense par un ricanement méprisant ou par une attitude de défi, le jeu des lèvres produit parfois une expression qui ne diffère guère du grincement des dents. « La seule différence consiste, dit Darwin, en ce que la lèvre supérieure est rétractée de manière à ne montrer la canine que d'un côté de la face, celle-ci étant généralement un peu relevée et à demi détournée de la personne offensante (1). » Cette expression ne suppose pas nécessairement la colère. En ce qui regarde la dénudation de la canine, elle résulte, selon la remarque de Darwin, d'un double mouvement : *l'angle ou le coin de la bouche est tiré un peu en arrière, et en même temps un muscle, voisin du nez et parallèle à sa direction, relève la partie extérieure de la lèvre supérieure, et met à nu la canine du même côté de la face* (2). Au point de vue des idées du système, c'est un fait étonnant, Darwin le reconnaît, que les caractères de cette expression. Elle rappelle, en effet, le grognement. Or, l'expression menaçante du grognement si caractéristique chez le chien, n'a jamais, d'après les renseignements de Darwin lui-même, été observée chez nos parents les plus proches, les singes du *Jardin zoologique*. Et M. Sutton affirme que les babouins, quoique munis de fortes canines, n'agissent jamais ainsi, mais découvrent toutes les dents, lorsqu'ils sont furieux et prêts à l'attaque (3).

Néanmoins il est bien clair que Darwin ne peut voir dans

(1) « The difference consists solely in the upper lip being retracted in » such a manner that the canine tooth on one side of the face alone is shown; » the face itself being generally a little upturned and half averted from the » person causing offence. » Ouvrage cité, p. 249-250.

(2) « The angle or corner of the mouth is drawn a little backwards, and at » the same time a muscle which runs parallel to and near the nose draws up » te outer part of the upper lip, and exposes the canine on this side of the » face. » Ibid. p. 251.

(3) Voir Darwin, ouvrage cité, p. 253.

le ricanement, qu'un reste des habitudes de nos progéniteurs brutaux, reste qui se conserve sans aucun but d'utilité en vertu du premier principe. Ce paraît même être aussi pour le coryphée du transformisme contemporain, une des indications les plus importantes pour retrouver le fil de notre origine. Il n'est donc pas sans intérêt de voir en quels termes Darwin formule ses inductions.

« L'expression considérée ici, nous dit-il, aussi bien celle d'un ricanement inoffensif que celle d'un grognement féroce, est une des plus curieuses que présente l'homme. Elle révèle sa descendance animale, parce que nul homme, même lorsqu'il se débat par terre dans une lutte à mort avec un ennemi, et qu'il cherche à le mordre, n'essaierait de se servir de ses canines de préférence aux autres dents. D'après nos affinités avec les singes anthropomorphes, nous ne trouvons aucune difficulté à croire que nos progéniteurs mâles semi-humains aient possédé de grandes dents canines, et accidentellement il naît aujourd'hui même des hommes qui les présentent d'une grandeur extraordinaire avec des vides correspondants dans la mâchoire opposée pour permettre leur réception. Mais nous pouvons aller plus loin en supposant, malgré l'absence de toute preuve tirée de l'analogie, que nos progéniteurs semi-humains, découvraient leurs dents canines au moment de combattre, comme nous le faisons encore sous l'empire d'un sentiment de férocité, ou par manière de simple ricanement ou de défi, sans que nous ayons aucune intention de faire une attaque réelle au moyen des dents (1). »

(1) « The expression here considered, whether that of a playful sneer or » ferocious snarl, is one of the most curious which occurs in man. It reveals » his animal descent; for no one, even if rolling on the ground in a deadly » grapple with an enemy, and attempting to bite him, would try to use his » canine teeth more than his other teeth. We may readily believe from our » affinity to the anthropomorphous apes that our male semi-human progeni- » tors possessed great canine teeth, and men are now occasionally born » having them of unusually large size, with interspaces in the opposite jaw » for their reception. We may further suspect, notwithstanding that we

Ces exemples suffisent, pensons-nous, pour faire apprécier la portée que Darwin attribue à son premier principe. L'association des habitudes utiles explique, selon lui, tous les mouvements émotionnels qui dérivent d'actes primitivement volontaires. Seulement dès le moment où une telle expression a quelque chose de général dans une espèce, il fait intervenir pour l'expliquer, des *générations sans nombre*, en sorte que les mouvements d'abord individuellement volontaires se sont lentement transformés en habitudes héréditaires, et finalement sont devenus innés. Ce mode d'évolution caractérise essentiellement les vues propres de Darwin, car en ce qui regarde l'influence elle-même de l'association, bien d'autres avant lui, nous le verrons plus tard, l'ont formulée sous des noms divers.

Abbé A. Lecomte,
Directeur de l'École Normale de l'État, à Mons.

» have no support from analogy, that our semi-human progenitors uncovered » their canine teeth when prepared for battle, as we still do when feeling » ferocious, or when merely sneering at or defying some one, without any » intention of making a real attack with our teeth. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 253.

LE ROUGE DE LA RÉTINE

ET LES PHOTOGRAPHIES PAR L'ŒIL (1).

Il y a bientôt un an—le 12 novembre 1876—l'Académie des sciences de Berlin recevait la primeur d'une communication destinée à prendre place parmi les plus curieuses et les plus retentissantes de notre époque : un physiologiste qui s'était déjà signalé par divers travaux, Franz Boll (de Rome) enrichissait la science d'une découverte aussi surprenante que féconde, établie dès le premier jour sur une longue série d'expériences et d'observations ; il énonçait deux faits, à savoir, la coloration rouge de la rétine (sans doute par une matière spéciale, nommée à tout hasard *érythropsine*) — et la destruction incessante de cette couleur par la lumière.

Toutefois, pour ce qui concerne le premier fait, en présence des merveilleuses déductions qui depuis lors en furent exprimées, on fouilla dans les revues scientifiques, et avec un amour de la vérité historique empreint parfois d'une certaine amertume, on fit remarquer que, avant les travaux de Boll, la teinte rouge de la rétine avait été aperçue. Effectivement à diverses époques depuis 1839,

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, le 23 octobre 1877.

Krohn, Henri Muller, Leydig, Hensen, Max Schultze, etc. (1), avaient signalé la coloration rouge de la rétine chez quelques animaux; mais l'observation était demeurée enfouie, comme tant d'autres, dans les archives de la science; il appartenait à Boll de l'exhumer, de la confirmer, de l'étendre largement à la série zoologique, et de lui adjoindre, pour la féconder, une seconde observation dont personne, au moins jusqu'à présent, ne lui conteste la paternité, l'action destructive des rayons lumineux sur le rouge rétinien, qui se régénère dans l'obscurité. On conçoit immédiatement que, si le rouge en question se consume sous le coup des ondes lumineuses, notre rétine forme une plaque sensibilisée pour la lumière, et les objets extérieurs viennent y graver en traits clairs et brillants leur image réelle et renversée. Mais bientôt les traits creusés dans la couche rougeâtre de la rétine sont effacés pour faire place à d'autres images; et ainsi, pendant tout le jour, la perspective extérieure se déroule en photographies fugaces, jusqu'à ce que le repos et l'obscurité de la nuit permettent une abondante régénération du rouge rétinien. Car c'est alors que la nature qui non-seulement est un grand artiste, suivant l'expression de Goethe, mais encore une ouvrière soigneuse et prévoyante, c'est alors que la nature répare les désordres de son atelier pour suffire aux labeurs du jour suivant.

Dans la question que nous allons traiter il est une expérience capitale et simple, la première à reprendre, et que nous avons reprise dans quelques recherches dont nous transmettrons les résultats à la *Société scientifique*, s'il y a lieu. Cette expérience primordiale, la voici.

Placez pour plusieurs heures un animal dans l'obscurité;

(1) Chose curieuse, dès 1856 Ed. Von Jäger avait même indiqué, comme visible à l'ophthalmoscope, une teinte rouge de la rétine, *eine geringe Röthung*, subissant sous certaines influences un renforcement qu'on ne saurait imputer à l'hyperhémie (remarque de Schnabel).

puis, à la lumière du gaz, d'une lampe ou d'une bougie, ouvrez rapidement un œil; vous y trouverez la rétine colorée en rouge intense au point que vous pourrez aisément vous persuader avoir sous les yeux un caillot sanguin. L'animal physiologique par excellence, la grenouille se prête (expression reçue dans le langage de l'École) la grenouille se prête parfaitement à cette expérience que chacun peut répéter sans trop de peine et sans avoir été longuement initié aux vivisections:

Il est assez probable que, longtemps avant les travaux de Boll, quelque chercheur aura, par aventure, eu sous les yeux la rétine ainsi fortement teinte en rouge, mais l'aura prise pour un caillot de sang. Comment donc démontrer que c'est bien la rétine et pas autre chose?

Tout d'abord la démonstration se fait d'elle-même. Si l'on extrait cette masse rougeâtre pour l'exposer à la lumière, surtout à la lumière du jour, on la voit insensiblement pâlir; elle devient bientôt transparente et claire, puis finalement opaque et blanchâtre. Or, jamais un caillot de sang ne se comporterait de la sorte.

Sans laisser s'accomplir une évolution si caractéristique, on peut se renseigner avec certitude sur l'origine réelle de la couleur rouge que présente la petite masse molle extraite de la coque oculaire. Il suffit pour cela de la placer sous le microscope; car en l'examinant avec un peu de soin on reconnaît que la couleur rouge appartient exclusivement aux confins extérieurs de la rétine; elle réside dans la membrane de Jacob ou couche des bâtonnets et des cônes, et encore ne l'observe-t-on que dans l'article externe des bâtonnets (1), élé-

(1) Les bâtonnets sont des cylindres allongés, des bâtons microscopiques placés perpendiculairement par leur longueur sur les autres couches de la rétine, comme autant de rayons par rapport au centre de construction de l'œil. Leur article externe, qui comprend environ la moitié de la longueur totale, présente une striation transversale qui trahit l'existence d'une série de disques réguliers, entassés les uns sur les autres. Du reste, par leur conduite à l'égard de divers réactifs et par les résultats de l'altération cadavé-

ments délicats qui présentent d'ailleurs une structure fort complexe. Supposons les bâtonnets étalés en coupe transverse dans le champ du microscope : abstraction faite des cônes, ils constitueraient une admirable mosaïque rouge offrant, disséminés çà et là, quelques bâtonnets verdâtres dont la signification reste absolument énigmatique. (Voir les planches annexées au travail de Boll *sur l'anatomie et la physiologie de la rétine* dans les mémoires de l'Académie *dei Lincei* 1877 — ou bien dans la livraison de juillet 1877 des *Archives d'anatomie et de physiologie* publiées par His, Braune et Du Bois-Reymond). A l'encontre d'une localisation aussi nette, la matière colorante du sang, l'hémoglobine, se trouve confinée dans des globules discoïdes, éléments innombrables qui circulent dans toutes les parties vascularisées pour y produire le mouvement et la vie. L'erreur est donc rendue doublement impossible : le siége anatomique bien défini du rouge rétinien et les métamorphoses qu'il subit en face de la lumière ne permettent pas de le confondre avec le rouge du sang.

La localisation de l'érythropsine dans la partie superficielle de la rétine est tellement certaine que la membrane ne possèdera pleinement sa teinte rouge qu'à la condition d'avoir gardé sa transparence normale; une fois que l'opacité est venue envahir sa fine trame, la rétine ne montre plus la teinte rouge que sur sa face externe, adossée à la choroïde, tandis qu'elle paraît blanche en dedans, les couches internes empêchant, comme un épais rideau, le regard d'arriver jusqu'au siége du rouge près de la choroïde. C'est même de la choroïde que le rouge rétinien procède, ainsi que le professeur Kühne (de Heidelberg) l'a démontré par des expériences ingénieuses. En effet, si l'on détruit par places les adhérences qui existent entre les deux membranes, la rétine ne pâlit qu'au niveau des points qui ont été détachés de leur assise

rique, les articles externes des bâtonnets — comme ceux des cônes — se différencient des articles internes.

naturelle. Il y a plus : qu'à l'exemple de Kühne on glisse un corps étranger, tel qu'une esquille de porcelaine, entre les deux membranes, et l'on verra les parties soulevées subir bientôt une décoloration complète, parce qu'elles sont isolées du terrain organique qui leur assure l'intégrité normale. Que si l'on rétablit ensuite le contact, les régions décolorées peuvent reprendre promptement leur teinte rouge. On peut faire davantage encore : exciser complétement un lambeau de rétine, le laisser blanchir à la lumière sur une assiette, puis le remettre en place sur la choroïde ; on le verra reconquérir sa couleur rouge, tant est puissante l'influence vivifiante que la rétine puise dans la choroïde ainsi que dans une terre féconde où germe l'érythropsine.

La production et l'entretien du rouge rétinien présentent encore un autre caractère de tenacité fort remarquable, en ce sens qu'ils ne requièrent pas—dans une certaine mesure, bien entendu — la présence du sang en circulation. Des yeux extirpés et même ouverts, c'est-à-dire dans lesquels s'est arrêté le mouvement du liquide chaud et plastique qui préside à la nutrition, dans lesquels même le fluide nourricier s'est extrêmement raréfié, des yeux dans des conditions pareilles peuvent encore produire de l'érythropsine. Enfin Kühne a reconnu que, dans certaines conditions d'éclairage, la rétine conserve sa teinte rouge malgré la dessiccation et alors même que la putréfaction commence à sévir dans les tissus.

Mais si l'érythropsine résiste d'une manière surprenante aux influences destructives que nous venons de signaler, il est un agent, en apparence plus doux, plus inoffensif, ordinairement même le protecteur et l'ami des phénomènes vitaux, et qui pourtant la détruit énergiquement et sans relâche. J'ai nommé la lumière qui, par une harmonie mystérieuse qui assure sans doute l'intervention spéciale de l'érythropsine dans le mécanisme visuel, la brûle et l'anéantit. Et ici nous retrouvons la formule générale établie par Boll lui-même : le rouge rétinien est incessamment consumé par la

lumière; il se régénère dans l'obscurité. Dans le principe, Boll avait cru que le rouge rétinien est éminemment fugace, qu'il est détruit au bout de 20 secondes par la lumière, qu'il réclame des conditions de vie plénière, pour ainsi dire, de l'organisme, qu'il pâlit instantanément quand l'animal expire, etc. Mais bientôt, avec une franchise qui l'honore, il revint sur ce que ses premières appréciations, un peu hâtives, renfermaient d'inexact; c'est que les conditions de travail étaient changées pour lui : aux jours clairs, qui avaient prédominé jusqu'au milieu de novembre 1876 sous le ciel lumineux de Rome venaient de succéder des journées nuageuses et sombres, de sorte que l'érythropsine se conservait pendant cinq minutes et même plus.

Toutefois l'action de la lumière sur le rouge rétinien n'est pas aussi simple que pourrait le faire croire la formule générale que nous avons rappelée tantôt. Voici comment l'on doit actuellement résumer cette influence complexe :

La couleur de la rétine soumise à l'obscurité absolue est rouge, et non pas pourprée (*Sehroth*, et non pas *Sehpurpur*), ainsi que Boll l'avait annoncé d'abord. Traitée par les rayons violets ou bleus, elle tourne au violet nuageux, qui lui-même fait place plus tard à la décoloration complète. Suivant son intensité ou sa durée d'action, la lumière verte convertit le rouge rétinien en pourpre, puis en rose, pour aboutir, encore une fois, à la décoloration. Sous le rayonnement de la lumière rouge, la teinte naturelle se renforce; le rouge se sature davantage et se rapproche du brun. Au contraire, la lumière jaune tend à éclaircir le champ rétinien, mais en somme c'est elle qui l'altère le moins; alors même qu'on lui laisse le bénéfice des circonstances les plus favorables, l'énergie et la durée de l'action, elle n'attaque l'érythropsine qu'avec une lenteur extrême, résultat qui ne laisse pas que de paraître assez surprenant, car les rayons jaunes sont notés comme les plus irritants pour l'œil parmi les diverses couleurs spectrales.

Cette innocuité remarquable de l'éclairage par la lumière jaune nous suggère une réflexion.

Tout élément anatomique paye son tribut à la maladie. Or, quand la souffrance est venue visiter une partie vivante quelconque, la plupart du temps le repos s'impose comme une nécessité. Est-il possible d'admettre que les bâtonnets de la rétine échappent à cette loi fatale de la souffrance? Personne n'oserait leur assurer cet heureux privilége; au contraire, toutes les analogies militent contre eux. Dès lors n'est-il pas infiniment probable que nos ophthalmologues seront amenés à découvrir les maladies du rouge rétinien ou de l'article externe des bâtonnets, et qu'ils auront à formuler une pathologie nouvelle qui corresponde à une physiologie nouvelle? Engagés dans cette voie, n'en viendront-ils pas, tout rationnellement, à prescrire dans certains cas au moins l'usage de lunettes jaunes pour abriter le rouge rétinien atteint par la maladie et réclamant le repos comme une des premières conditions du traitement?

Mais, sans escompter les applications bienfaisantes du sujet qui nous occupe, il est un avantage immense qui se déduit de l'innocuité de la lumière jaune à l'égard du rouge rétinien et s'applique aux recherches physiologiques en cette matière. Que l'on s'enferme dans une chambre noire éclairée par la flamme monochromatique (purement jaune) du sodium, et l'on pourra, tout à l'aise, opérer sur l'érythropsine. Ainsi a fait Kühne, qui travaillant dans ce laboratoire spécial a pu réaliser plusieurs expériences intéressantes et tracer les premiers linéaments de l'histoire chimique du rouge rétinien. Il est aujourd'hui constaté que l'érythropsine demeure réfractaire à l'action dissolvante de l'eau distillée, de la glycérine, du sel marin et même de l'ammoniaque en solution concentrée qui, non-seulement ne l'altère pas, mais encore développe sa force de résistance vis-à-vis de la lumière. Des congélations successives ne parviennent pas davantage à l'extraire. En quelques minutes elle a complétement disparu sous l'influence de l'alcool (1); l'éther et le chloroforme sont

(1) L'affaiblissement de la vue chez les buveurs ne reconnaîtrait-il pas pour cause en certains cas l'altération de l'érythropsine par l'alcool?

beaucoup moins actifs, sans préjudice de la transformation de teinte qu'ils font subir aux bâtonnets, les conduisant du rouge ou jaune. Mais en aucun cas, quel que soit le réactif employé, jamais Boll n'avait réussi à extraire la matière colorante, que l'on s'imagine, tout naturellement, exister dans la rétine, et pour qui — avant même de l'avoir dégagée — il avait inventé le nom d'*érythropsine*. Un insuccès aussi persistant l'avait même conduit à se poser une question, qui peut sembler bizarre au point où nous sommes arrivés, et que nous allons exposer brièvement, à savoir, existe-il bien réellement une matière colorante rouge qui imprègne l'article externe des bâtonnets? (théorie photochimique). Car on pourrait supposer aussi que la couleur en question est un effet purement optique produit par les fines lamelles, visibles au microscope, qui forment l'article externe des bâtonnets. Toutes ces petites lamelles empilées joueraient le rôle des lames minces qui développent — phénomène bien connu des physiciens — un aspect généralement irisé, parfois simplement monochrome (théorie photophysique).

Tel est le dilemme que Boll lui-même formule, et l'on ne voit pas le moyen d'en sortir.

Quelle alternative faut-il adopter dans le dilemme ainsi posé?

Rappelons d'abord que, malgré son insistance, Boll n'a jamais pu isoler des bâtonnets une substance rouge qui, en se retirant, laisserait incolores les éléments anatomiques qu'elle aurait occupés jusqu'alors. Cet insuccès n'était assurément que personnel; néanmoins il laissait déjà planer un doute sérieux sur l'existence de l'érythropsine, lorsque Kühne, plus heureux, annonça qu'il avait comblé cette lacune; en effet, il avait pu dissoudre l'érythropsine par la bile ou les acides biliaires (1), et la solution obtenue se décolorait à la lu-

(1) Il ne faut pas croire que, au milieu des innombrables réactifs qui se présentaient, Kühne a trouvé par hasard le dissolvant recherché vainement avant lui; au contraire, il s'est inspiré de l'action dissolvante exercée par la bile ou les acides galliques sur l'hématosine, matière colorante du sang, mère de presque toutes les autres substances colorées de l'organisme.

mière tout comme l'érythropsine elle-même. Toutefois il est une seconde difficulté suscitée par Boll contre l'existence de l'érythropsine et que nous ne saurions vous dissimuler. C'est que la simple compression de la rétine par le verre couvre-objets sous le microscope suffit à dissiper immédiatement les teintes rouges; la rétine du chien soumise à cette expérience, dit Boll, perd aussitôt toute trace de coloration, et ressemble à une languette de satin blanc. Ce fait semble militer d'une manière directe et sérieuse en faveur de la théorie photophysique; il induit à croire que le rouge rétinien n'est qu'une apparence optique, résultant de la disposition des fines lamelles du bâtonnet, lamelles délicates, écrasées et désorganisées par la pression la plus légère. Mais ne serait-il pas encore permis de hasarder une interprétation fort simple qui ruinerait la valeur probante du fait en question? N'est-il pas possible que la compression fasse pâlir les bâtonnets uniquement parce qu'elle les étale, parce qu'elle répartit la somme de matière colorante sur une étendue qui la rend inappréciable? — Quoi qu'il en soit, s'il est encore besoin de preuves, si la question reste encore ouverte après l'observation de Kühne rappelée tout à l'heure, la théorie photochimique invoque à son bénéfice l'influence de l'acide acétique sur la couleur rétinienne, qu'il métamorphose en jaune d'or intense. Un tel phénomène s'expliquerait difficilement par un processus physique, et produit presque invinciblement sur l'esprit l'impression d'une réaction chimique (Boll). Elle allègue encore un autre fait que nous indiquerons sommairement et qui se rattache à la question de provenance du rouge rétinien, question intéressante que le défaut de temps nous empêche de soulever ici : dans des yeux exposés longtemps à la lumière, diverses cellules du pigment rétinien (1) ne contien-

(1) Le pigment rétinien forme une mince couche qui se trouve adossée à la face externe de la membrane de Jacob et qui fixe en place les bâtonnets et les cônes; il paraît constituer la source immédiate de l'érythropsine, le réservoir de la matière qui produira directement le rouge rétinien.

nent plus que des gouttelettes d'un jaune pâle et même des gouttelettes complétement incolores; la matière jaune, qui s'y accumule régulièrement dans l'obscurité en gouttes huileuses et dorées, s'est donc dissipée, et il devient assez naturel de croire qu'elle s'est métamorphosée en une substance qui ne pourrait guère être autre que l'érythropsine (Boll). Ne vous semble-t-il pas aussi que les partisans de la théorie photophysique seraient fort embarrassés, et même impuissants, pour interpréter la persistance des ravages, pour ainsi dire, que la lumière solaire exerce sur le rouge rétinien, comme aussi la persistance de la modification que les diverses couleurs établissent dans la mosaïque rétinienne? Enfin, suivant la judicieuse remarque du P. Hahn, si l'apparence rouge était imputable à la superposition des minces lamelles du bâtonnet, on ne devrait pas l'observer dans le sens de la longueur de l'élément anatomique;—et pourtant le microscope la découvre sur l'axe aussi bien que sur la tranche du bâtonnet.

Après cette discussion rapide il est évident que la théorie photophysique succombe. L'érythropsine existe donc, et va devenir sans doute l'objet d'investigations intéressantes de la part des chimistes. Déjà Stefano Capranica (de Rome) signale une intime parenté entre elle et la lutéine, matière colorante que l'on rencontre dans le sérum sanguin et dans le lait, dans les corps jaunes de l'ovaire, le vitellus de l'œuf (?), diverses parties des plantes, etc., (Thudicum, Holm et Staedeler), et qui présente aussi la propriété de pâlir sous les rayons solaires. Il a même constaté une analogie complète, au point de vue des réactions et des caractères spectroscopiques, entre la lutéine et la matière qui teint en jaune les gouttelettes huileuses et dorées dont nous parlions tantôt, c'est-à-dire qui existent en abondance dans les cellules du pigment rétinien quand l'œil a été protégé contre la lumière.

Les divers travaux dont nous avons jusqu'ici mentionné les résultats portaient sur l'œil des animaux, notamment sur l'œil des grenouilles et des lapins. On pouvait encore après

cela se demander si le rouge rétinien existe chez l'homme, encore bien que la constance qu'il affecte dans la série zoologique semble déjà résoudre affirmativement la question. Mais enfin nous avons la satisfaction de pouvoir produire actuellement sur ce point des observations directes. Le 5 mars dernier, à Vienne (en Autriche), aux premières heures du jour, dans une cour entourée de murs élevés, le bourreau exécutait un assassin; aussitôt après la mort il fermait les paupières du cadavre, puis les yeux étaient livrés aux observations de Schenk et de Zuckerkandl, qui, s'armant du microscope, reconnaissaient la coloration rouge des bâtonnets, et la voyaient se fondre pendant l'observation même ; 2 heures 3/4 après l'exécution le rouge rétinien restait encore appréciable. Dans le courant de ce même mois de mars, Adler (de Vienne) découvrait le rouge rétinien dans trois yeux énucléés — observation confirmée par Fuchs à la clinique de Langenbeek. Il le découvrait même, sans le secours d'aucun appareil, dans un œil encore en place, mais accidentellement ouvert, et dont la rétine, partiellement décollée, venait s'offrir aux regards derrière la pupille; ce lambeau rétinien pâlissait manifestement à la lumière du soleil, tandis que la flamme d'une lampe de pétrole ne l'affectait que faiblement.

Vers la même époque enfin, Kühne (à Heidelberg) arrivait à constater la teinte rouge de la rétine 48 heures après la mort sur le cadavre d'une personne décédée dans l'obscurité et dont la tête avait été ensuite voilée d'un bandeau noir. Il est bien vrai que le docteur J. Michel (d'Erlangen) avoue n'avoir point retrouvé le rouge rétinien dans un œil qu'il soumit à une exploration consciencieuse; mais ce fait unique, de caractère purement négatif, ne saurait prévaloir contre les faits contraires qui s'accumulent rapidement et qui d'ailleurs s'appuyent sur toutes les analogies possibles existant chez les animaux.

Une fois établi le fait de l'action destructive que la lumière exerce sur le rouge rétinien, une conquête nouvelle se pré-

sentait d'elle-même, semble-t-il, aux poursuites des expérimentateurs, comme le digne couronnement des surprenantes découvertes qui venaient d'être opérées. C'était la préparation de photographies rétiniennes, de véritables *optogrammes* (expression imaginée par Kühne). Sous ce rapport encore, Boll ouvrit la voie nouvelle où d'autres allaient se signaler plus que lui-même. « Je fermai en partie, dit-il, les volets de la fenêtre, de façon à empêcher la lumière solaire d'entrer autrement que par une fente assez étroite. Je plaçai sous cette fente l'œil d'une grenouille curarisée qui avait été conservée dans l'obscurité : dix minutes après, je trouvai la rétine divisée en deux moitiés rouges séparées par une raie incolore assez nettement dessinée. »

Ou je me trompe fort, ou voilà bien l'expérience mère de toute la photographie rétinienne, de l'*optographie*. Mais il appartenait à Kühne de reprendre l'exploitation de la mine féconde ouverte par Boll, et d'aboutir rapidement à des résultats inespérés. Suivons-le donc dans les essais de plus en plus heureux qu'il a pratiqués coup sur coup.

La tête d'un lapin est fixée à un mètre et demi en arrière d'une ouverture de forme carrée (à 30 centimètres de côté) percée à travers le volet d'une chambre obscure. Pendant cinq minutes la tête reste cachée sous un drap noir que l'on enlève ensuite pour permettre à la lumière de tomber sur l'œil ; on laisse le faisceau lumineux agir pendant trois minutes ; puis l'animal est décapité d'un seul coup ; l'œil est extirpé, ouvert et jeté dans une solution d'alun à 5 pour 100 —opérations pratiquées à la lueur d'une flamme de sodium. Deux minutes après la décapitation, le second œil est soumis aux mêmes traitements que le premier. Le lendemain matin les deux rétines, laiteuses et durcies, sont soulevées avec précaution et détachées du nerf optique. Examinées alors sur leur revers ou face externe elles présentaient une image brillante, de forme carrée, d'environ un millimètre de côté, se dessinant sur un champ rouge et produite évidemment par le faisceau lumineux qui la veille avait inondé l'œil à travers l'ouverture carrée du volet de la chambre obscure.

Mais ce n'était encore là, pour ainsi dire, que l'enfance de l'art. Voici une expérience plus décisive et plus compliquée.

La tête fraîchement coupée d'un lapin, qui avait été tenu quelque temps dans les ténèbres, fut exposée pendant dix minutes sans aucun appareil, au milieu d'un laboratoire recevant le jour de toutes parts ; un œil était dirigé vers le châssis vitré qui éclairait le plafond. Puis on retourna la tête pour exposer l'autre œil comme le premier. Les deux yeux séjournèrent ensuite 24 heures dans une solution d'alun à 5 %. Or, en les ouvrant, on y découvrit des images photographiques d'une netteté saisissante : on reconnaissait parfaitement l'encadrement du châssis s'accusant par des lignes rouges ; un peu plus loin, sur la rétine, on apercevait même l'image d'une seconde fenêtre à laquelle on n'avait pas songé (1).

Perfectionnant les procédés et faisant produire de plus en plus à la photographie rétinienne, Kühne en est arrivé à préparer une collection déjà riche d'optogrammes. Il fixe l'œil d'un lapin dans une caisse noire qui porte, sur l'une des parois, un verre mat ; il découpe dans du papier noir des formes quelconques pour les coller contre le verre mat, et il en obtient des représentations photographiques ; il constitue ainsi, permettez-moi le mot, une galerie d'optogrammes qu'il a présentée aux membres de la Société des Sciences médicales et naturelles de Heidelberg. Le hasard venant à son secours dans la bonne veine où il se trouvait, il constate que les rétines desséchées sur la porcelaine, puis exposées à la lumière, prennent une teinte orange foncée, et que dans cet état elles deviennent insensibles à l'influence, même prolongée pendant plusieurs heures, des rayons solaires. Dès ce moment, le problème de la fixation des optogrammes se

(1) On peut voir quelques reproductions — en chromolithographie — d'optogrammes de ce genre dans le fascicule *Ueber den Sehpurpur* (par Kühne) des *Untersuchungen aus dem physiologischen Institute der Universität Heidelberg.*

trouve victorieusement résolu. Enfin, faisant agir la flamme d'Argand sur l'œil d'une grenouille pendant deux heures, il retrouve l'image de la flamme sur la rétine, sans devoir soumettre la membrane à aucun traitement, mais à la simple condition d'aller promptement à la recherche de l'optogramme.

Bref, en quelques mois la photographie rétinienne a réalisé des progrès immenses ; aussi l'on est autorisé à redire, après Kühne, qu'on réussira certainement à lui faire produire des portraits et d'autres images détaillées. En effet, ce n'est plus qu'une question de procédés et de perfectionnement.

L'œil photographie donc réellement les objets, et c'est bien le moins qu'après cela nous prenions la peine de recueillir son ouvrage et de fixer l'épreuve, positive d'emblée, qu'il fournit. Mais non-seulement il représente l'appareil ordinaire des photographes; il fait plus, car la nature semble avoir pris à tâche de primer en tout l'art humain : il forme un véritable atelier où l'ouvrier renouvelle sans cesse la matière sensible, nettoye continuellement et sans effort sa plaque délicate, et la présente, toujours fraîche et vivante, aux rayonnements de la lumière extérieure.

Nous l'avons dit tantôt : l'érythropsine existe dans l'œil humain et se consume à la lumière du jour. Il y a donc lieu de voir quelle portée nous devrons assigner à ce double fait sur le terrain de la physiologie humaine.

Notre œil est tellement subtil qu'il peut nous fournir des renseignements exacts sur des tableaux d'un genre tout différent qui se succéderaient, même avec rapidité, sur la rétine. A moins qu'il ne soit ébloui ou saturé par la contemplation vive d'un objet brillant, il est apte à recueillir, sous toutes les formes, des images mobiles et fugitives, prêt à saisir les changements, même les plus rapides, qui surviennent dans le champ de son exploration. Or des variations aussi promptes des images rétiniennes ne laissent pas dans l'œil des photographies qui soient appréciables pour les

moyens d'investigation dont la science dispose ; en d'autres termes, il nous suffit de jeter un coup d'œil (c'est le mot) sur un objet pour en obtenir une impression, tandis que les optogrammes réclament un temps relativement long pour se développer. — Allons-nous conclure que les modifications fugaces imprimées au rouge rétinien par les rayons lumineux sans fournir d'optogramme demeurent absolument inefficaces dans le mécanisme de la vision? — Il y aurait, nous semble-t-il, erreur ou témérité à le faire; car ici la comparaison se trouve engagée entre des facteurs bien différents : d'un côté ce sont nos procédés techniques, très avancés, je le veux bien, mais susceptibles encore de perfectionnement; de l'autre, c'est l'organisme avec sa sensibilité propre, dont nous ne connaissons pas encore la mesure exacte et dont parfois rien n'approche dans le monde inorganique ou dans l'arsenal des appareils scientifiques. Certains faits nous démontrent même que les sens sont capables de percevoir des impressions dans des conditions où tout échappe aux procédés physiques et chimiques, même les plus parfaits que nous puissions mettre en œuvre. Ainsi l'odorat humain reconnaît positivement les effluves du musc, l'hydrogène sulfuré et d'autres substances, à des doses qui se dérobent aux réactifs les plus fidèles de la chimie et aux moyens les plus délicats dont dispose la physique. C'est ainsi encore — pour citer un exemple bien certain et bien connu, mais d'un genre quelque peu différent — que le lait d'une nourrice qui vient de subir une émotion violente peut faire éclater chez le nourrisson des accès convulsifs sans que ce lait, vraiment délétère et perfide, soumis à l'analyse, montre des altérations capables d'expliquer les accidents survenus. C'est ainsi enfin que le pus syphilitique ou varioleux ne présente rien de spécial pour l'apparence et la composition, tandis que, inoculé à l'organisme, il provoque bientôt l'explosion de symptômes redoutables.

Aussi nous n'hésitons pas à dire que les modifications photographiques établies par la lumière dans la rétine, si

fugaces qu'elles soient, ne doivent pas être réputées inappréciables pour l'économie à raison de l'impuissance où nous sommes de les découvrir par nos moyens artificiels; quelque fugitives qu'on les suppose, elles peuvent être saisies par ce réactif spécial dont rien n'est l'analogue dans le reste de la nature, par l'organisme vivant, et cette assurance toute légitime où nous sommes suffit pour que la signification des optogrammes sur le terrain physiologique ne soit pas écartée d'emblée par une fin de non-recevoir.

Mais il est une autre considération qui, sans ruiner complétement le rouge rétinien au point de vue fonctionnel, en réduit considérablement l'importance; nous la découvrons en combinant deux termes : la répartition du pouvoir sensitif sur la rétine et la connaissance de la structure que la membrane affecte en ses divers points. Et ici, pour éviter des détails difficiles à suivre, nous serons brefs.

Il est une région de la rétine qui possède au plus haut degré l'apanage sensitif propre à la vision; c'est la fossette centrale. Quand nous voulons fixer un objet, quand, par exemple, nous voulons suivre un oiseau dans l'immensité des airs, nous orientons notre œil tellement que l'image aille se former ou l'impression se produire dans la fossette centrale. Eh bien! Messieurs, j'éprouve presque du regret à devoir le dire; vous allez sans doute ressentir le désenchantement que cette réflexion m'a causé quand elle m'est venue à l'esprit; mais enfin il nous faut bien être véridique; la science vit de faits positifs et non pas de conceptions sentimentales ou de mirages charmeurs : ce point choisi de la rétine, ce lieu électif des images, il est dépourvu de bâtonnets, on le sait depuis longtemps déjà; par conséquent le rouge rétinien y fait défaut et les photographies ne sauraient s'y développer.

En présence de ce fait, brutal comme tout fait positif, il ne nous reste déjà plus qu'à nous incliner; il faut dire résolument adieu à toutes les belles théories que l'on aimait à concevoir, et qui nous auraient fait placer dans l'optogramme la partie *essentielle* de l'impression lumineuse. Quant à défi-

nir la part restreinte des optogrammes dans le mécanisme normal de la vision, c'est une question qui devient extrêmement difficile. En ce moment toute tentative sérieuse semble même impossible à cet égard : il faut attendre que des matériaux plus nombreux soient acquis à la science sur ce terrain; il faut attendre en particulier les renseignements étendus que l'anatomie comparée ne manquera pas de nous transmettre par la suite sur l'existence ou l'absence du rouge rétinien, sur les modifieations qu'il éprouve dans la série zoologique suivant les conditions et les nécessités de la vision chez les divers animaux. Il faudra d'autre part que les pathologistes se tiennent en éveil, et qu'ils constatent avec soin quels sont les troubles visuels qui correspondent aux altérations du rouge rétinien, altérations qui ne manqueront pas d'être constatées. Déjà l'on est entré dans cette voie. En ouvrant des yeux dont il avait noté l'état fonctionnel pendant la vie, Adler (de Vienne) prétend avoir reconnu que le rouge faisait défaut sur les parties de la rétine qui avaient été victimes de paralysie.

En définitive, l'ensemble des faits est insuffisant jusqu'à ce jour pour permettre d'édifier une théorie sur les usages du rouge rétinien, et nous répèterons volontiers avec le hollandais Gaubius : *Melius est sistere gradum quam progredi per tenebras*, il vaut mieux s'arrêter que de marcher dans les ténèbres.

Si l'obscurité la plus complète règne encore sur le rôle de l'érythropsine dans l'exercice de la vision, il n'en est pas de même concernant sa participation à produire la couleur rouge du fond de l'œil. Cela demande quelques mots d'explication.

L'œil est une chambre obscure où se forment très réellement des images lumineuses, comme dans l'appareil des photographes, images réelles et renversées. Or, malgré l'éclat que ces images affectent parfois, malgré leur absorption incomplète dans le pigment, malgré leur rayonnement énergique vers l'extérieur — au point d'engendrer à leur tour dans l'espace une image réelle et renversée de la rétine — d'ordinaire elles laissent le fond de l'œil invisible et la pupille

obscure; en d'autres termes, la prunelle paraît noire alors même que des flots de lumière inondent l'intérieur de l'œil et vont se concentrer sur la rétine. Aussi les flammes du regard, les éclairs de l'œil sont des expressions purement et simplement poétiques, — ou plutôt encore, ces locutions correspondent à des phénomènes expressifs qui défient toutes les interprétations physiologiques. Si parfois l'œil même normal s'illumine vraiment, si la pupille apparaît colorée en rouge, comme un disque de feu, ce n'est que pour certaines incidences des rayons lumineux qui s'engagent dans l'œil et grâce à certains artifices d'expériences. Le hasard, qui se charge de tant de choses, réalise parfois à lui seul toutes ces conditions, notamment chez les animaux qui, comme le chat et le chien, portent au fond de l'œil un repli clair et resplendissant de la rétine, le tapis, et c'est ainsi que, au moment où l'on y songeait le moins, on a pu voir l'œil d'un chien ou d'un chat fort paisible devenir flamboyant (lueur oculaire).

Quoi qu'il en soit de ces jeux fortuits de la lumière, la coloration rouge du fond de l'œil était, jusqu'à ces derniers temps, attribuée tout entière au sang qui circule en abondance dans la rétine et la choroïde. Mais actuellement il faudra bien sans doute concéder une part dans la production du phénomène au rouge des bâtonnets visible à travers les couches transparentes de la rétine (1). En effet, la teinte rouge se révèle encore au fond d'un œil extirpé, alors que les vaisseaux sont devenus exsangues. Ensuite les yeux excisés, soumis à l'action de la lumière, ne montrent bientôt plus, à l'examen ophthalmoscopique, qu'une rétine décolorée, tandis que, soustraits à l'influence destructive que les rayons solaires exercent sur le rouge rétinien, ils conservent la teinte normale que l'on connaît et que l'ophthalmoscope découvre

(1) Nous ne saurions toutefois omettre de dire que Dietl et Ferd. Plenk (d'Inspruck) contestent formellement, en se fondant sur quelques expériences, la possibilité d'entrevoir le rouge rétinien chez les animaux à l'aide de l'ophthalmoscope.

toujours dans les profondeurs de l'organe pendant la vie. Enfin Boll déclare avoir constaté, avec la dernière évidence, que le matin au réveil et dans une chambre obscure la teinte rouge du fond de l'œil est plus marquée que dans le courant de la journée lorsque les rayons solaires sont venus décomposer l'érythropsine. Par une concordance qui peut-être lèvera tous les doutes, Helfreich (de Wurtzbourg) a démontré le fait analogue chez les animaux : il opérait sur des lapins, les fixant solidement, les sacrifiant par la section de la moelle épinière à la région du cou, puis exposant l'un des yeux à l'action d'une vive lumière tandis que l'autre était mis à l'ombre ; or, l'examen ophthalmoscopique laissait voir des teintes relativement pâles dans le premier, et une couleur rouge intense dans le second. Voilà certes un fait doublement affirmé qui, s'il se confirme, démontrerait bien l'intervention du rouge rétinien dans la coloration du fond de l'œil. Il semble même, dès maintenant, se recommander à la sérieuse attention des ophthalmologues. Enfin, la richesse des bâtonnets en matière colorante après le repos et l'obscurité de la nuit ne serait-elle pas en rapport direct avec une certaine fraîcheur du regard et acuité de vision aux premières heures du jour? L'œil ne posséderait-il pas à ce moment certaines aptitudes qui contribueraient à révéler la destination spéciale du rouge rétinien qui infiltre alors abondamment l'article externe des bâtonnets, car il bénéficie d'environ douze heures de ténèbres, c'est-à-dire du temps qui lui suffirait, d'après Boll, pour atteindre son maximum d'intensité?

Il nous reste à traiter une question qui n'est pas la moins curieuse parmi toutes celles qui se présentaient sur notre route.

Il y a quelques années nos journaux quotidiens annoncèrent que bien loin d'ici — dans cette Amérique d'où nous viennent tant de nouvelles suspectes — un médecin, expertisant dans une affaire de meurtre, avait aperçu le portrait de l'assassin dans l'œil de la victime. Cette révélation surprenante fit le tour de la presse. Malheureusement à cette époque un semblable récit ne provoquait chez l'homme de

science qu'un haussement d'épaules ; aujourd'hui le même dédain pour une histoire pareille n'est plus permis ;

« Le vrai peut quelquefois n'être pas vraisemblable. »

Quelle est donc la partie rendue actuellement sérieuse et possible dans l'étrange récit qui avait été importé d'Amérique chez nous, et qui procédait sans doute d'une de ces imaginations capricieuses où parfois l'intuition vulgaire semble devancer les découvertes positives du savant sceptique et défiant?

Supposons une scène de meurtre qui se déroule à la pleine lumière du soleil ; représentons-nous la victime qui succombe en portant un regard fixe sur l'assassin qui l'immole ; imaginons encore des conditions spéciales d'immobilité, soit une personne affaiblie, étouffée par pression sur la gorge, et lançant à son meurtrier un regard agrandi par l'épouvante. La mort arrive, et supposons enfin que les yeux de la victime se ferment aussitôt pour ne plus se rouvrir. Eh bien! dans cet ensemble de circonstances qui ne sont pas, il faut bien l'avouer, les conditions ordinaires des drames de cette espèce, il pourrait arriver que l'œil conservât une photographie du meurtrier. Mais encore pour fixer cette photographie, pour la conserver d'une manière efficace, il faudrait que, à bref délai, un homme de l'art intervint, qui s'emparât des yeux du cadavre et les soumît sans retard aux manipulations qui doivent assurer la conservation de la photographie accusatrice (1). Après cela va-t-on s'imaginer obtenir un portrait qui permette de reconnaître avec sûreté le coupable, surtout en s'aidant d'une loupe? — Non, pas encore dans l'état actuel de nos procédés. Tout au plus serait-il possible d'entrevoir là des ombres humaines et quelque ébauche informe du drame lugubre qui se serait accompli. Mais de là à désigner positivement l'assassin, il y a loin encore ; peut-être même n'y

(1) A peine est-il besoin de dire qu'en aucun cas cette photographie ne se présenterait d'elle-même au regard par la simple ouverture du bulbe oculaire : il faudra toujours une dissection délicate pour aller la découvrir au revers de la rétine.

arrivera-t-on jamais, et l'on n'obtiendrait dans les cas les plus favorables qu'un petit optogramme qui servirait, par exemple, à lever les doutes dans l'alternative de suicide ou d'homicide. La fiction ne cède donc point la place à la réalité, et jusqu'à présent les meurtriers peuvent être rassurés : l'œil des victimes ne les accusera pas.

Toutefois on ne sait jusqu'où s'avanceront les procédés de la photographie rétinienne, et je ne voudrais pas jurer qu'un jour, dans des circonstances spéciales, on ne trouvera point sur la rétine le tableau complet, et pour ainsi dire, encore palpitant du drame d'un homicide. Si l'on avait dit à Frauenhofer, après sa découverte des raies du spectre solaire, qu'un jour ces petites bandes obscures serviraient à faire l'analyse chimique des astres qui flottent à des millions de lieues au-dessus de nous, l'opticien de Munich aurait sans doute éprouvé une stupéfaction profonde. Si l'on avait dit à nos aïeux qu'en l'année 1877 des chemins de fer couvriraient l'Europe d'un immense réseau, et que sur ces rails nos chars passeraient, dévorant l'espace avec la fougue de l'ouragan, tandis que nos bateaux à vapeur sillonneraient les mers comme des oiseaux rapides, — si l'on avait ajouté que la pensée humaine serait transportée d'un bout du monde à l'autre, et même à travers les abîmes silencieux de l'Océan, avec la vitesse de l'éclair — si l'on s'était enfin hasardé à leur dire que certain instrument, qui va peut-être détrôner le télégraphe, et modifier complétement nos procédés de relation à distance, le téléphone, transmettrait d'une ville à l'autre la parole claire et vibrante, des conversations entières et même les harmonies d'un concert — nos aïeux auraient hoché la tête avec scepticisme, scepticisme assez légitime, n'est-il pas vrai? Une seule explication peut-être les aurait satisfaits; ils l'auraient trouvée dans leur cœur paternel, et se seraient dit qu'après tout, pour réaliser des choses pareilles, leurs fils devaient valoir infiniment plus qu'eux-mêmes, ou devraient, comme le Prométhée antique, dérober une nouvelle part du feu secret du ciel. Et pourtant tous ces prodiges existent, on ne leur accorde même plus

qu'un regard distrait et l'on se prend à douter des limites du possible sur le terrain des entreprises humaines. Eh bien! ici, dans le sujet qui nous occupe, le signalement du meurtrier par l'optogramme de la rétine n'est qu'une affaire de perfectionnement qui réussira dans certaines conditions définies, et nous pourrions douter? — Non, Messieurs, espérons de l'avenir ce succès surprenant; ce ne serait pas d'ailleurs une chose indigne de l'éternelle et souveraine justice, de permettre que, pour se trahir, l'assassin imprimât lui-même sa physionomie et son attitude dans l'œil mourant de sa victime.

Arrêtons-nous sur cette espérance dans l'exposé d'un sujet riche dès aujourd'hui en développements multiples que nous n'effleurons même pas, tant il est vaste et profond. Aussi bien il est temps de mettre fin à cet entretien.

L'œil est un organe admirable entre tous, où éclate la sagesse du Créateur, tout autant que l'intelligence humaine dont il est, pour ainsi dire, le miroir vivant. Il nous avait presque habitués à des merveilles de construction et de fonctions. Mais les découvertes dont je viens d'esquisser le tableau semblent dépasser les prévisions, même les plus aventureuses, et vraiment on pouvait à peine soupçonner tout ce qu'il y a de poésie dans le rayon de soleil qui s'insinue doucement au fond de notre œil.

On voit bien aussi, par l'exemple tout récent encore de ces découvertes inespérées, que, malgré les révélations scientifiques qui se sont produites depuis un demi-siècle, il reste, dans le sein de la nature, des trésors splendides à découvrir. Aussi nous répèterons, en terminant, la parole que l'immortel fabuliste met dans la bouche du vieux laboureur :

« Travaillez, prenez de la peine :
C'est le fonds qui manque le moins. »

Dr E. Masoin,
professeur à l'Université de Louvain.

LES NATURALISTES PHILOSOPHES.

De tout temps les philosophes ont espéré trouver dans l'étude des phénomènes naturels le secret de l'origine et de la destinée du monde.

S'il faut en croire les modernes représentants de la libre pensée, les découvertes des sciences d'observation au XIXe siècle ont fait naître tout un monde d'idées nouvelles, inconnues aux générations qui ne sont plus, et dont l'ensemble constituerait une révélation naturelle; révélation qui à ces deux questions : d'où venons-nous? où allons-nous ? répondrait tout autrement que la révélation chrétienne.

Les docteurs de cette nouvelle théologie professent ordinairement une pitié dédaigneuse, parfois brutale, pour les savants qui ne partagent pas leur opinion ; mais cette suffisance n'est justifiée ni par la portée des découvertes, ni par la rigueur des raisonnements.

Les sciences physiques et biologiques ont projeté sans doute des lumières inespérées sur la constitution de la matière ; elles ont pénétré bien des mystères de l'organisation. Leurs progrès futurs amèneront probablement des progrès

correspondants dans quelques parties de la philosophie, comme dans le domaine de l'économie sociale. Dans une certaine mesure, nous pouvons donc admettre la *révélation naturelle*. Mais l'application de la méthode *positive* aux questions de l'ordre moral et métaphysique est une exagération qui a conduit de nos jours les « philosophes de la nature » à des conclusions prématurées et subversives, fondées le plus souvent sur de pures hypothèses. Il peut être utile de le montrer.

Ne pouvant embrasser dans une étude nécessairement restreinte toutes les théories soi-disant philosophiques, écloses dans les écoles scientifiques modernes, nous nous proposons d'examiner sommairement les dernières productions des plus célèbres naturalistes d'Angleterre et d'Allemagne, qui prétendent expliquer l'origine et la destinée de l'univers ou de l'humanité par les découvertes des sciences naturelles; et nous ouvrirons la série par le hardi et fécond théoricien d'outre-Manche, Ch. Darwin, dont la popularité fait pâlir l'auréole de tous ses satellites.

En matière de sciences naturelles mieux vaut, disait Buffon, un mauvais système que pas de système. Cette maxime, assez paradoxale à première vue, trouve sa justification dans les travaux du célèbre naturaliste anglais. Sous l'empire d'une idée fixe, exploitée depuis au profit des doctrines matérialistes, mais qui, bien comprise, n'est pas inconciliable avec le dogme chrétien, Darwin s'est consacré avec passion à l'observation des phénomènes biologiques qui militent en faveur de l'*hypothèse* du transformisme. Il est arrivé ainsi, après trente années d'observations patientes et originales, non à prouver sa théorie, mais à mettre en lumière une foule de faits intéressants qui n'avaient pas attiré jusqu'alors l'attention des naturalistes, et dont la synthèse a imprimé depuis une impulsion des plus vives aux études d'anatomie et de physiologie comparées dans les deux règnes. Au point de vue de la philosophie naturelle, ces travaux ont abouti à des conséquences imprévues et trop peu remarquées peut-être par les savants de l'école spiritualiste.

En effet, en réunissant des matériaux pour édifier son système, Darwin a trouvé des séries de phénomènes admirablement coordonnés en vue d'une fin, et qui, loin de confirmer la doctrine de la sélection naturelle inconsciente, fournissent aux défenseurs d'un plan intelligent des arguments d'autant plus forts qu'ils sont le fruit de recherches entreprises contre eux. C'est sur ce point que nous appelons aujourd'hui l'attention, en passant en revue les derniers ouvrages de Darwin ayant trait à la physiologie végétale.

Jusque vers la fin du siècle dernier, alors que le rôle des étamines et du pistil était déjà parfaitement connu des naturalistes, la fécondation de certaines plantes dicotylédones restait inexpliquée.

On se demandait, par exemple, comment le pollen de certaines fleurs hermaphrodites pouvait parvenir au pistil dont le stigmate était rendu inaccessible par certaines dispositions bizarres de la fleur, ou bien encore comment le pollen pouvait passer des étamines de certaines fleurs unisexuées au pistil d'autres fleurs, situées sur un autre plante, souvent à de grandes distances.

Ce fut un Allemand, nommé Conrad Sprengel, qui résolut le problème.

Il vit des mouches à miel, attirées par les glandes odorantes et sucrées au fond des corolles, emporter sur leur poils ou sur leur trompe gluante, la poussière fécondante et la déposer sur le pistil en sortant de la fleur; ou bien transporter le pollen des étamines d'une fleur au pistil d'une autre fleur en dépit de l'éloignement.

Ayant repris ces observations, Darwin publia en 1862 un mémoire sur la fécondation des primevères. Il établit d'abord que la primevère de Chine, cultivée dans les jardins, offre deux et même trois types floraux distincts. Tandis que dans le premier le style allongé surplombe les étamines, dans le second les étamines s'élèvent au-dessus du pistil. Darwin remarqua bientôt que, lorsque ces plantes végètent à l'abri

des insectes, la fécondation s'opère avec la plus grande difficulté; et que même les types à styles courts, les plus prolifiques quand ils sont bien fécondés, restent alors invariablement stériles.

Depuis, de nombreuses expériences, habilement conduites l'amenèrent à constater qu'en général le produit d'une fleur fertilisée par une autre est supérieur sous le rapport de la taille, de la vigueur et de la fécondité, au produit de la fécondation de la fleur par elle-même.

Enfin il reconnut que le produit de la fertilisation artificielle de l'un des deux types par l'autre est toujours plus fécond que le produit du croisement de deux formes semblables. En effet, si l'on croise deux formes semblables de la primevère, on remarque, comme dans un cas d'hybridation, que la descendance s'affaiblit et devient stérile.

La nature, qui veille avec autant de sollicitude à la conservation de l'espèce qu'elle fait bon marché de la vie de l'individu, à dévolu aux insectes le soin d'entretenir l'intégrité du type par le croisement des formes hétéromorphes.

Dans ce but elle a établi une harmonie parfaite entre la conformation de la plante et les organes de l'insecte, de manière que ce dernier ne féconde que des fleurs appartenant à des types distincts.

Ainsi quand un insecte butine au fond d'une primevère à long style, sa trompe se trouve enduite de pollen précisément à la partie qui, lorsqu'il visitera une fleur à style court, touchera la tête du pistil.

Ce résultat est atteint à coup sûr, parceque les étamines de la plante à long style s'élèvent exactement à la même hauteur que le pistil dans les plantes à style court. D'autre part si l'insecte visite d'abord une plante à style court, la trompe s'enduira de pollen beaucoup plus loin de son extrémité, juste à la même hauteur que le sommet du pistil d'une plante à style allongé. Darwin a obtenu depuis une troisième forme qui se fertilise elle-même, où les stigmates sont au niveau des anthères, c'est-à-dire, où sont réunis sur la même

fleur les anthères de la forme à style long et le pistil de la forme à style court.

A l'époque de la pollinisation, les stigmates sont hérissés de poils délicats ou de courtes papilles, et produisent une sécrétion visqueuse destinée à retenir le pollen et à faciliter sa pénétration.

Quoi de plus simple et en même temps de plus ingénieux? Parfois la nature semble s'être complue à accumuler les difficultés pour les vaincre par mille combinaisans originales, où l'insecte joue un rôle d'autant plus remarquable qu'il est absolument inconscient.

Tantôt, comme dans la sauge médicinale, les étamines et e pistil mûrissent à des époques différentes dans la même fleur et rendent l'autofécondation impossible. Ce sont les abeilles qui viendront à la rescousse, et pour les attirer, la fleur leur tend de véritables piéges. Quand l'abeille pénètre dans une fleur de sauge dont les étamines sont mûres, un ressort se détend, qui ramène brusquement sur son dos couvert de poils les anthères chargées de pollen et cachées jusqu'alors sous la lèvre supérieure de la corolle. L'insecte entrera bientôt dans une autre fleur plus âgée, dont le pistil, déjà mûr, pend vers l'entrée de la corolle; et par là même le stigmate se trouve nécessairement en contact avec le pollen.

Il y a peu de fleurs, dit sir John Lubbock, un positiviste de l'école de Spencer, où l'adaptation des diverses parties à la visite des insectes soit manifestée d'une façon plus claire et plus belle que dans l'ortie blanche commune (*Lamium album*). Le nectar occupe la partie inférieure la plus contractée du tube, et est garanti de la pluie par une lèvre supérieure en forme de voûte et par une épaisse bordure de poils. Le tube s'élargit à l'entrée et projette une large lèvre qui sert comme de débarcadère aux grosses abeilles.

La longueur et l'étroitesse du tube, et de plus un anneau de poils situé à sa base empêchent les espèces plus petites d'avoir accès au nectar, ce qui nuirait à la fleur en faisant disparaître l'appât sans utilité.

Le lamier, comme tant d'autres fleurs des champs, est donc spécialement adapté aux bourdons. Ils se posent sur la lèvre inférieure, qui se projette latéralement de manière à leur fournir un point d'appui. Ils peuvent alors enfoncer leur trompe jusqu'au nectar. D'autre part la lèvre supérieure en voûte est admirablement disposée, en dimension, forme et position, non-seulement pour préserver de la pluie, mais aussi pour obliger l'insecte à presser contre le pistil le pollen qu'il apporte. Les étamines ne sont pas disposées comme d'ordinaire autour du pistil, mais à côté, le long de la voûte externe de la fleur. Cette disposition empêche le pollen d'aveugler l'insecte, et de toucher aux parties de son corps qui ne doivent point venir en contact avec le stigmate. On voit par quelle merveilleuse correspondance la dimension et la forme arrondie de la lèvre supérieure, la position relative du pistil et des anthères, la longueur et le peu de largeur du tube, la conformation toute spéciale de la lèvre inférieure, l'anneau de poils et l'appât caché du nectar, tout en un mot concourt au transfert par les abeilles du pollen provenant d'une fleur à une autre fleur. Si nous comparons le lamier avec d'autres fleurs fécondées par le vent, comme les pins qui fournissent des nuages de pollen, nous voyons quelle immense économie d'organes et de fonctions est effectuée par cette admirable adaptation.

Dans ses ouvrages intitulés *De la fécondation des orchidées par les insectes* (1) et *Des effets de la fertilisation directe et croisée* (2), Darwin a réuni des centaines d'observations de ce genre, qui montrent chez les diverses espèces de plantes soumises à la fécondation croisée, des dispositions toutes particulières, calculées avec précision pour empêcher l'autofécondation et amener le transport du pollen sur le stigmate d'une fleur différente.

(1) On the contrivances by which British and foreign orchids are fertilised 1857. Traduction française par Rerolle. Paris 1870.

(2) The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom.

Le nectar des fleurs n'est distillé par elles que dans le but d'attirer les insectes, car les fleurs qui peuvent se passer de leur visite n'en sécrètent point. Les parfums et les couleurs servent également d'appât et font généralement défaut aux fleurs fécondées par le vent. Les fleurs fécondées par les insectes nocturnes ou crépusculaires n'émettent guères de parfums que le soir. Souvent les dispositons sont prises en vue d'une seule espèce d'insectes, et toujours de façon que l'animal soit obligé, pour atteindre le nectar, de prendre une position déterminée et d'accomplir des mouvements également déterminés, afin de toucher ou d'éviter alternativement les stigmates ou les anthères.

Les grains de pollen sont emportés sur le dos, sur la tête, sur les pattes ou sur la trompe. Les abeilles domestiques humectent le pollen de nectar et le portent sur la face extérieure de leurs tibias aplatis. Ceux-ci sont bordés de poils raides et recourbés, de manière à constituer une véritable petite corbeille.

Les obstacles qui s'opposent à la fertilisation varient de milles manières. Tantôt la difficulté de la fécondation naît de la séparation des sexes ou de la différence d'époque entre la maturité du pistil et des étamines, de l'inégalité de taille de ces deux organes et de leur situation dans la fleur; tantôt les étamines sont cachées derrière le stigmate, ou bien les anthères s'opposent à la sortie du pollen. Parfois l'insecte est emprisonné et nourri par la fleur, jusqu'à ce que le pollen soit mûr et puisse être emporté *(arum)*. D'autrefois la fleur particulièrement irritable projette le pollen à distance sur l'insecte qui ne fait que l'effleurer (orchidées, *Catasetum*).

On n'en finirait pas si l'on voulait énumérer toutes les merveilles de la fécondation croisée, mises en lumière par les travaux des naturalistes contemporains.

Nous y reviendrons du reste lorsque nous apprécierons tout à l'heure la portée de ces découvertes au point de vue des idées transformistes. Pour le moment relevons parmi les

observations personnelles de Darwin d'autres faits encore qui plaident éloquemment en faveur de la doctrine des causes intentionnelles.

Depuis longtemps les naturalistes avaient signalé à titre de curiosité certaines plantes exotiques, telles que la *Dionœa muscipula* et le *nepenthes* dont les feuilles constituent de véritables piéges, où les mouches attirées par l'odeur sont emprisonnées et étouffées au bout de quelques heures. Nous venons de voir comment certaines fleurs d'arum capturent des insectes, les nourrissent et les relâchent ensuite dès que l'œuvre de la fécondation est assurée grâce à leur concours. Ici la fin est évidente; mais il était plus embarrassant d'expliquer pourquoi les feuilles de certaines plantes sont conformées de manière à constituer des piéges où les insectes trouvent infailliblement la mort.

Il existe sous nos climats une petite plante la *drosera rotondifolia* très commune dans les bruyères humides, et dont les feuilles arrondies ne dépassent pas un centimètre de diamètre. En observant attentivement ces petites feuilles, on remarque à leur surface une quantité de poils pourpres couverts de gouttelettes transparentes, même par le plus ardent soleil. Cette particularité curieuse avait frappé les anciens naturalistes qui, sans comprendre la raison du fait, octroyèrent à la plante le nom de *Ros solis*, rosée du soleil.

En réalité ces poils pourpres sont des appendices filiformes, terminés chacun par une glande qui sécrète une humeur visqueuse, une véritable glu, destinée à capturer les insectes et à paralyser leurs mouvements.

Suivant les observations de Darwin, à peine l'insecte est-il ainsi emprisonné que les poils pourpres, véritables tentacules de pieuvres, commencent à se mettre en mouvement dans la direction du captif, et s'appliquent successivement pendant un temps plus ou moins long sur son corps. Quand ils se redressent, l'insecte est mort.

Quelle est la raison d'être de cet étrange manége? N'a-t-il pour but que la destruction des insectes, ou bien, comme

l'avaient hasardé certains auteurs avant Darwin, fallait-il croire que la plante se nourrissait par les feuilles de la substance même de l'animal?

L'hypothèse du carnivorisme des plantes était invraisemblable à première vue pour les physiologistes; car le végétal puise ses aliments dans l'atmosphère qui l'entoure et n'absorbe par ses racines que des gaz et des sels minéraux. Cependant les progrès de la chimie biologique, et tout particulièrement les travaux de M. Claude Bernard sur l'unité des phénomènes fondamentaux de la vie dans les deux règnes (1), vinrent ébranler bientôt des barrières, considérées comme infranchissables jusqu'alors, entre la plante et l'animal. On constata d'abord l'analogie de composition des plantes et des animaux; puis on découvrit des analogies fonctionnelles, étonnantes surtout au point de vue de l'assimilation. M. Claude Bernard fit voir que la plante digère comme l'animal, au moyen de ferments, les produits insolubles de son élaboration. Seulement la plante fabrique elle-même l'aliment que l'animal est forcé de puiser au dehors. Toutefois il existe dans certaines familles du règne végétal des plantes parasites, privées de chlorophylle, qui se nourrissent aux dépens des éléments anatomiques d'autres plantes ou d'animaux. Des recherches opérées en Allemagne, vers la même époque, établirent que l'élément actif de toute cellule, le siége des échanges nutritifs dans les deux règnes, est une substance appelée *protoplasme,* de composition et de propriétés identiques, qui sécrète les ferments nécessaires à la digestion, c'est-à-dire, à la dissolution des aliments. Dès lors, rien d'étonnant à ce que la plante digère, comme l'animal, non-seulement la fécule, le sucre et les graisses, mais aussi l'albumine. La seule différence réside dans les préliminaires de la

(1) Voir les cours de M. Cl. Bernard au Collége de France de 1870 à 1872. Nous avons analysé ces remarquables recherches dans une conférence donnée à la Société centrale d'Agriculture de Belgique en 1874. Voir également notre notice, insérée dans les *Annales de la Société scientifique*, 1e année, et lue à l'Assemblée générale du 26 octobre 1876.

nutrition, l'animal étant forcé de puiser à des sources organiques extérieures les aliments que le végétal fabrique lui-même avec des matériaux tirés du règne minéral.

Chez les plantes carnivores, l'excitation des glandes où s'élabore le suc digestif, détermine seule le mouvement des tentacules ; mais un contact passager, simple ou violent, ne produit sur eux aucun effet, de telle sorte que la plante reste insensible au frôlement des herbes, aux chocs des gouttes de pluie et aux assauts du vent. Elle réserve ainsi son irritabilité pour la visite des insectes dont les excitations les plus légères déterminent par leur répétition la mise en branle de ses tentacules.

« Quand l'excitation est très légère, un seul tentacule se recourbe en général ; lorsqu'elle est plus intense, les choses se passent autrement. Placez un insecte sur l'un des tentacules marginaux ; ce tentacule le retient, puis, s'inclinant vers le centre de la feuille, il le transmet aux tentacules voisins et ceux-ci l'abandonnent à leur tour aux tentacules centraux de la feuille qui, cette fois, l'emprisonnent complétement dans leur humeur visqueuse ; mais aussitôt l'excitation qu'ils subissent est transmise à tous les tentacules de la feuille qui s'inclinent à leur tour vers la proie capturée, et viennent prendre leur part de l'action commune. Dans ce cas, les tentacules centraux ne s'infléchissent pas, et il en est de même lorsqu'ils sont excités directement les premiers par l'objet saisi ; mais que ce dernier soit placé sur l'un des côtés de la feuille, à mi-chemin du bord, il ne sera pas transporté au centre, et alors les tentacules centraux comme les tentacules marginaux s'inclinent simultanément vers lui (1). »

Cette admirable disposition où tout est prévu et combiné pour le mieux en vue du but à atteindre résulterait selon Darwin de la sélection naturelle qui, par un triage inconscient simule à chaque instant des finalités dans la nature, en adaptant de plus en plus les organes à leur milieu. Sans

(1) Ch. Darwin, *Les plantes carnivores*, trad. de M. Éd. Barbier.

discuter ici son système, terminons l'exposé de ses principales observations en physiologie végétale par une analyse succincte de son dernier ouvrage : *Les plantes grimpantes, leurs mouvements et leurs habitudes* traduit de l'anglais par le docteur Gordon (1877).

La physiologie comparée des plantes grimpantes prouve que les végétaux exécutent, comme les animaux, des mouvements variés qui favorisent l'accomplissement de leurs fonctions de nutrition et de reproduction. Toutes les familles végétales contiennent des plantes grimpantes. Il est curieux d'observer comment, suivant les espèces, différents organes des végétaux s'adaptent à cette fonction spéciale. Tantôt c'est la tige elle-même qui s'enroule par des mouvements alternatifs et réguliers autour d'un support, dans un sens invariablement déterminé; tantôt c'est le pétiole qui s'accroche à tous les corps, comme dans la clématite et les capucines. Dès que le pétiole de la clématite touche un corps quelconque, il se courbe et l'embrasse en se contournant. Puis le pétiole grossit, ses fibres se développent, se multiplient et s'endurcissent au point de constituer un véritable câble qui assure définitivement la suspension de la plante. Les pétioles qui ne s'accrochent pas ne subissent aucune de ces transformations. Dans la famille des liliacées certaines plantes s'accrochent, non par la base des feuilles, mais par le sommet, qui se termine en pointe et serre, comme un doigt, les corps étrangers.

Dans une troisième catégorie de plantes les feuilles ou les pédoncules floraux sont transformés partiellement en vrilles; c'est le cas pour les vignes, les pois, les cucurbitacées, etc.

Les feuilles ainsi modifiées ont perdu leur parenchyme et développé leur nervure médiane qui devient assez sensible pour se tordre souvent en spirale au plus faible contact.

Les ramifications flottantes du *cobea*, cette charmante liane importée du Mexique, sont terminés par de petits crochets, durs comme des aiguilles, qui se fixent partout. Dès

que l'un de ces crochets est ancré quelque part, toute la vrille se rapproche de lui en s'enroulant, et l'enlace de ses extrémités ramifiées de manière à former un nœud solide.

La partie de la vrille non adhérente à ce support se contourne souvent en tire-bouchon, et forme un ressort élastique et très résistant, capable de supporter sans se rompre les efforts du vent le plus violent. Cette particularité est très apparente chez la *Bryone*.

La vigne vierge, dont les vrilles, comme celles de la vigne cultivée, naissent des transformations des pédoncules floraux, présente une disposition plus remarquable encore. En vertu d'une sensibilité spéciale à la lumière, les vrilles se dirigent invariablement vers les parties obscures, c'est-à-dire du côté de la muraille. Leurs extrémités ramifiées sont munies de petites pelotes qui s'appliquent contre la pierre ou le plâtre et y adhèrent fortement. Ces pelotes sécrètent une matière résineuse, qui durcit et adhère aux surfaces polies avec tant de force que les vrilles supportent aisément des tractions d'un kilogramme.

Quand les vrilles ne rencontrent rien, les pelotes et leurs glandes ne se développent pas ; la vrille perd tout mouvement, se contracte et s'incline pour faire place à une autre plus jeune.

« Par une exception très remarquable, dit M. Darwin, les gouttes d'eau et le contact d'autres vrilles ne déterminent aucune contraction de la vrille à l'état normal ; considéré dans ses moindres évolutions, c'est un organe admirablement adapté au but qu'il doit atteindre. »

La faculté de grimper n'est pas limitée à quelques familles végétales ; mais elle se manifeste sporadiquement dans tous les genres, même dans ceux dont les tiges sont les plus droites, comme dans la famille des composées et des rubiacées. Certaines plantes paraissent avoir perdu la faculté de grimper et en avoir conservé les organes. Darwin cite entre autres les *lathyrus aphaca* et *ochrus ;* chez ce dernier le pétiole s'est élargi, et remplit les fonctions d'une feuille, tout en conservant à son extrémité des rudiments de vrille.

Dans d'autres espèces où la faculté de grimper a disparu avec les organes, on voit parfois ces organes reparaître chez un individu par un phénomène d'atavisme. Darwin l'a observé chez le *muflier commun*, et constate que toutes les espèces des genres voisins sont grimpantes; d'où il conclut que les ancêtres de cette plante possédaient la même faculté.

Synthétisant ses observations, le naturaliste anglais suppose que la faculté de grimper est inhérente aux végétaux en général, mais ne s'est manifestée que lorsque la plante éprouvait le besoin de chercher la lumière. Ce qui explique pourquoi les plantes grimpantes abondent dans les sombres forêts des tropiques, où les lianes dépassent la cime des plus grands arbres pour étaler leurs fleurs au soleil.

Les mouvements observés chez les plantes, et ce qu'on appelle leur sensibilité tendent à renverser une des principales barrières établies par les naturalistes entre les deux règnes. Les observations de Darwin sur les plantes grimpantes ou carnivores, et sur la fécondation croisée tendent naturellement au même but. De plus, la fécondation croisée des végétaux hermaphrodites lui semble militer particulièrement en faveur de l'hypothèse transformiste. Elle prouverait, notamment dans les fleurs polymorphes et hétérostyles, que l'union d'individus de même espèce peut devenir normalement stérile, soit parce que les éléments sexuels sont trop peu différenciés, soit parce qu'ils le sont trop. Dans certaines plantes, les diverses phases de la séparation des sexes sont, pour ainsi dire, prises sur le fait : ainsi certaines espèces unisexuées présentent encore des traces d'hermaphrodisme au début de leur développement; chez d'autres, une partie seulement des étamines avorte régulièrement; la maturité à des époques différentes nécessite la visite des insectes, et paraît être le point de départ de l'évolution de la fleur vers la séparation des sexes.

Quoi qu'il en soit de ces ingénieuses remarques, les faits singuliers que nous venons de rapporter doivent, comme nous

le disions tout à l'heure, être ajoutés à tant d'autres qu'il est impossible de s'expliquor sérieusement, dès qu'on n'y veut pas voir une cause intelligente qui poursuit un but, qui exécute un plan. Pas n'est besoin d'invoquer, pour établir cette thèse, l'écrasant témoignage du calcul des probabilités. Elle s'impose tyranniquement à la raison; et les plus habiles artifices de l'esprit de système ne parviennent jamais à aveugler définitivement le simple bon sens. Darwin lui-même reconnaît dans ces faits « de merveilleuses adaptations des organes à un but. »

Mais dans son système, l'idée d'une puissance créatrice, d'une intelligence qui prévoit et coordonne la succession des phénomènes, semble n'intervenir que pour expliquer l'origine de la matière et du mouvement. Ces innombrables séries de causes et d'effet, si évidemment conçues en vue d'une fin se seraient déroulées d'elles-mêmes pendant les périodes géologiques en vertu d'une loi nécessaire d'évolution de la matière.

Dans le monde organisé, cette loi repose sur deux faits essentiels : la *variation individuelle* qui différencie les êtres de même espèce et sortis d'une même souche; la transmission des caractères individuels par l'*hérédité*. Suivant Darwin, l'hérédité fixe et développe seulement les particularités de forme et de structure favorables à la conservation et à la reproduction de l'espèce, les modifications nuisibles entraînent fatalement au bout de quelques générations la destruction des individus.

Toute variation accidentelle tend donc à se fixer et à s'étendre de génération en génération en raison directe des chances qu'elle assure aux individus de survivre et de se reproduire. Leurs descendants finiront par supplanter complétement leurs congénères dans la lutte pour la vie, c'est-à-dire que l'ancien type de l'espèce s'effacera peu à peu devant la forme nouvelle mieux adaptée à son milieu. Ainsi l'organisation est engagée fatalement dans une voie d'évolution continue, et la *sélection naturelle* opère incessamment parmi les êtres un triage inconscient, mais offrant dans ses résultats toutes les apparences de la finalité.

Comme la géologie prouve d'autre part que les milieux et les conditions d'existence se sont modifiés sans cesse, avant et même après l'apparition de l'homme sur la terre, il s'ensuit que les espèces ont dû se plier constamment à des adaptations nouvelles, c'est-à-dire, se transformer ou périr. Beaucoup d'espèces ont péri en effet, témoin les fossiles retrouvés dans les terrains de tous les âges. D'autres se sont modifiées par voie de complication ou de simplification organique; c'est pourquoi l'on retrouve dans les couches géologiques des cinq parties du monde, des formes préludant aux types caractéristiques actuels de chacune de ces régions.

Darwin prétend fournir ainsi la seule interprétation plausible des étranges révélations de la géologie moderne, et expliquer à la fois les différences et les analogies qui existent entre les êtres : les analogies résultant de l'*hérédité*, les différences de l'*adaptation*.

On ne peut le nier, les anomalies et les imperfections de l'organisme, les organes avortés ou rudimentaires, l'identité frappante de l'évolution embryonnaire dans chaque classe, l'homologie des organes, l'existence de nombreuses espèces établissant des transitions entre les familles et les classes, l'analogie de la faune et de la flore des continents avec celles des îles voisines, s'expliquent dans le système de la sélection naturelle avec autant de vraisemblance, à première vue, que la destruction réitérée des espèces, et le développement progressif des formes organiques.

Malheureusement le système pèche par sa base en dépit des faits nombreux sur lesquels il prétend s'appuyer.

La sélection naturelle est impuissante à rendre compte de la naissance des organes; car s'il est vrai qu'un organe nouveau, apparaissant brusquement et formé de toutes pièces peut se transmettre et se développer en raison de son utilité même parce qu'il assure à l'individu des avantages sur les autres, il est certain que cet organe ne peut sortir de l'état embryonnaire par les seules forces de la sélection, quand il ne sert encore à rien. Darwin et ses disciples n'ont jamais

réfuté cet argument qui renverse tout le système sans qu'il soit besoin d'invoquer l'absence d'intermédiaires entre les espèces vivantes ou fossiles.

Toutefois ce dernier argument ne présente pas moins de valeur que le premier ; car, si l'on connaît aujourd'hui de nombreuses espèces vivantes ou fossiles, rattachant entre elles des familles ou des classes primitivement séparées par les naturalistes, il n'existe entre les espèces aucun lien de cette nature ; cependant ces intermédiaires devraient avoir existé en nombre immense à toutes les époques et apporter encore aujourd'hui la confusion dans la notion de l'espèce.

La netteté des types spécifiques est incompatible avec la théorie de la transformation lente et continue des espèces par voie de sélection.

Il importe de ne pas confondre, comme le font malheureusement beaucoup de personnes étrangères aux sciences naturelles, *le Darwinisme* qui a la prétention d'expliquer le pourquoi, de formuler la loi de l'évolution organique avec le *transformisme* qui suppose le fait sans prétendre l'expliquer.

En présence des révélations de la science moderne, le transformisme, on ne peut le nier, offre certains avantages sur l'ancienne doctrine en ce sens qu'il permet d'entrevoir la raison d'être d'une foule de faits inexplicables autrement. Renfermée dans des limites raisonnables, cette hypothèse, nous n'hésitons pas à le dire, loin de servir la cause du matérialisme, apporte des contributions précieuses à la doctrine des causes intentionnelles, en permettant de rendre compte de toutes les anomalies qui se présentent dans la nature. Elle interprète en effet les destructions et les progressions singulières de l'histoire ancienne de la vie, l'existence actuelle des organes rudimentaires ou avortés, la nécessité du croisement chez un grand nombre d'espèces hermaphrodites, l'adaptation spontanée d'organes à des fonctions nouvelles, et l'unité fonctionnelle dans les deux règnes. Cette manière de voir fut celle de M. d'Omalius d'Halloy et est encore partagée aujourd'hui par des savants profondément attachés

à leurs croyances religieuses, tels que M. Mivart en Angleterre et M. Gaudry en France.

Quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte, le transformisme peut séduire l'intelligence, soit que l'on admette une intervention continue du Créateur pour adapter les organismes à des milieux changeants, soit que l'on recule cette intervention surnaturelle à l'origine des choses. Mais on se demande comment un grand nombre de savants modernes peuvent prétendre de bonne foi expliquer l'évolution si merveilleuse de la matière et de la vie, sans la participation d'une volonté intelligente même au début.

Les atomes, disent les matérialistes modernes, existent de toute éternité et se meuvent dans des directions fatalement déterminées suivant des lois immuables d'attraction et de répulsion. En vertu de ces lois, ils réalisent successivement toutes les combinaisons possibles. Ce sont là des affirmations gratuites qui n'expliquent rien, et n'ont pas même à défaut d'autres le mérite de la nouveauté. « La nature, disait déjà le philosophe Empédocle, agit sans but, mais chaque fois que les choses se produisent accidentellement comme elles se seraient produites ayant un but, elles se conservent parce qu'elles ont pris spontanément la condition convenable. » On le voit, c'est au fond toute l'idée de Darwin appliquée aux besoins du matérialisme. Mais en dépit des découvertes de la science, des développements ingénieux et des subtiles déductions des naturalistes contemporains, cette doctrine ne présente pas aujourd'hui plus de vraisemblance que du temps d'Empédocle et de Lucrèce.

On pourra reculer indéfiniment la cause première en découvrant de nouvelles séries de causes secondes, on ne l'éliminera jamais. Au contraire, l'étude approfondie de la nature n'aboutira qu'à la mettre mieux en lumière dans les combinaisons et les harmonies sublimes de l'univers.

Le darwinisme n'explique pas plus l'origine de la vie et de la pensée que l'origine de la matière et du mouvement. Dire que la matière arrive insensiblement à prendre connaissance

d'elle-même chez les animaux supérieurs pour constituer la conscience chez l'homme, c'est raisonner à la façon du médecin malgré lui. Du reste le matérialisme est en aveu. M. du Bois-Reymond, l'un des plus savants représentants de l'école, faisait récemment à Leipzig devant le congrès des naturalistes et des médecins allemands la déclaration suivante : « Vis-à-vis de la question ce que c'est que force et matière et comment elle donne naissance à la pensée, il faut une fois pour toutes se résigner à ce verdict difficile à prononcer : *Ignorabimus!* » Le même savant, faisait dans un discours plus récent à propos du darwinisme cet autre aveu non moins précieux à recueillir : « Le dessein du naturaliste théoricien est de comprendre la nature ; pour que ce dessein ne soit pas absurde, il faut supposer que la nature est intelligible. La finalité de la nature n'est pas conciliable avec son intelligibilité. S'il se présente un moyen de bannir de la nature la finalité, le savant doit le saisir avec empressement. La découverte de la sélection naturelle nous fournit ce moyen ; par conséquent nous l'acceptons jusqu'à nouvel ordre. En nous en tenant à cette doctrine nous pouvons éprouver un sentiment analogue à celui du naufragé qui tout à l'heure se voyait perdu sans ressources et qui maintenant s'est cramponné à une planche et se laisse porter par elle sur les eaux ; quand il n'y a pas à choisir entre la planche et le fond de l'eau l'avantage est bien positivement du côté de la planche. »

Ce n'est donc pas la démonstration scientifique qui entraîne l'adhésion des matérialistes au darwinisme, mais de leur propre aveu, le besoin de se passer de Dieu.

A. Proost.

LES CARACTÈRES DISTINCTIFS

DE L'ANIMALITÉ.

Si décidé que l'on soit à éviter toute spéculation et à se maintenir exclusivement dans le domaine des faits, il est impossible de s'adonner longtemps à l'étude d'une branche quelconque des sciences de la nature sans ressentir le besoin de fixer ses propres idées par rapport aux graves problèmes de philosophie naturelle qui s'y rattachent de plus près. Le botaniste et le zoologiste qui observent la vie dans ses diverses manifestations, le micrographe qui la poursuit pour ainsi dire jusque dans ses éléments les plus intimes, peuvent-ils ne pas se poser la question de son origine? Le géologue qui l'étudie sous les formes variées qu'elle a revêtues depuis sa première apparition sur le globe, n'est-il pas naturellement porté à se demander en vertu de quel principe ou de quelle loi s'est produite cette série généralement ascendante d'espèces animales et végétales dont les profondeurs du sol recèlent les débris? Le physiologiste enfin, qui dirige plus spécialement son attention sur les fonctions vitales, qui les observe tour à tour chez la plante, chez l'animal et chez l'homme lui-même, peut-il s'empêcher de les

comparer entre elles, d'en saisir les rapports et les différences? Et cette connaissance des attributs des divers groupes d'êtres, n'est-elle pas, après tout, une des plus légitimes aspirations de notre intelligence?

C'est pour répondre à cette aspiration que, délaissant pour un moment des études plus spéciales, et portant en quelque sorte un regard en arrière, nous nous sommes efforcé de chercher dans les faits une réponse à quelques-uns de ces intéressants problèmes. La question des caractères distinctifs de l'animalité a tout d'abord attiré notre attention : la présente étude contient les résultats de nos recherches à cet égard. Elle n'a nullement la prétention d'être complète; et n'est qu'un modeste essai, un exposé sommaire dont le but est avons-nous dit, de fixer les idées et aussi, s'il se peut, de jeter quelque jour sur un point de la science que beaucoup connaissent mal, soit qu'ils étendent outre mesure l'intervalle qui sépare les deux règnes organiques, soit qu'ils le suppriment totalement.

Rien de plus simple à première vue que de distinguer l'animal de la plante. Si l'on prend en effet deux individus occupant un degré élevé, l'un de l'échelle zoologique et l'autre de l'échelle végétale, il n'y a ni confusion ni hésitation possible. Mais en est-il toujours de même? La distinction est-elle toujours aussi facile? Existe-t-il une limite précise et certaine qui partage en deux groupes bien tranchés tous les êtres vivants qui composent l'empire organique? Et si cette limite existe, où la trouve-t-on et quelle est-elle? En d'autres termes, quels sont les caractères distinctifs de l'animal? — Telles sont les questions auxquelles nous voudrions répondre. C'est donc une étude comparative des fonctions chez les animaux et chez les végétaux qu'il nous faut entreprendre.

Les actes par lesquels se manifeste la vie d'un être prennent en physiologie le nom de *fonctions*. L'on distingue les fonctions de la vie végétale des fonctions de la vie animale. Les premières sont communes aux animaux et aux végétaux;

les secondes, si vraiment elles méritent leur nom, doivent être l'apanage exclusif des animaux. Nous étudierons rapidement les unes et les autres dans les deux règnes organiques. Cette étude nous permettra de saisir les signes véritablement caractéristiques de l'animalité, s'il en existe, et par suite de réduire à sa juste valeur la distance, si diversement comprise, qui sépare le monde végétal du monde animal.

Le mouvement et la sensibilité, les deux seules fonctions qui soient généralement considérées comme caractérisant le règne animal, sembleraient au premier abord devoir attirer presque exclusivement notre attention. Nous dirons cependant quelques mots de celles qui constituent la vie végétative ; car ces fonctions, bien que communes aux deux règnes organiques, sont considérées comme éprouvant de telles modifications dans leur passage d'un règne à l'autre et comme s'exerçant dans des conditions si différentes qu'elles ne feraient qu'élargir, si les choses étaient ainsi, l'espace qui sépare l'animal de la plante. C'est en effet à de fausses idées sur certaines fonctions vitales observées dans les végétaux, spécialement sur leur mode de respiration, qu'est due cette espèce d'antagonisme naguère universellement admis entre deux sciences qui, en réalité, n'en font guère qu'une, entre la physiologie animale et la physiologie végétale. On réagit il est vrai aujourd'hui contre ces idées, contre les théories dualistes de la vie, comme on les appelle ; il y a une tendance à assimiler les deux règnes, à ne voir dans l'un que la continuation de l'autre, à supprimer même ces appellations de règne animal et de règne végétal pour les fondre dans l'*empire* organique. Puisse cette tendance, que nous croyons fondée dans une certaine mesure, n'avoir point elle-même pour effet de conduire à un excès contraire à celui que l'on veut éviter (1).

(1) Nous craignons en effet que M. Claude Bernard, l'auteur de cette nouvelle théorie de l'unité des phénomènes organiques, n'ait déjà commis quelque exagération à cet égard. L'ensemble de sa doctrine nous paraît cepen-

I. — FONCTIONS DE LA VIE VÉGÉTALE.

Linné, dans le langage aphoristique qui lui était habituel, a dit : les minéraux croissent, les végétaux croissent et vivent, les animaux croissent, vivent et sentent. Il était difficile de mieux différentier les trois règnes. La vie est bien, en effet, ce qui distingue le végétal du minéral, de même que la sensibilité est, au fond, presque le seul caractère distinctif de l'animal. Toute la difficulté consiste à les reconnaître l'une et l'autre. Mais il nous faut entrer dans plus de détails et examiner de près les arguments sur lesquels les partisans des théories dualistes appuient la distinction si tranchée qu'ils établissent entre les deux règnes.

Les phénomènes de la végétation se rattachent à deux groupes de fonctions selon qu'ils se rapportent à la conservation de l'individu ou à la multiplication de l'espèce. Les uns ont reçu le nom de fonctions de nutrition, et les autres celui de fonctions de reproduction. Les premières comprennent l'absorption, la circulation, la respiration, la transpiration et la sécrétion. Or, toutes ces manifestations vitales existent dans les deux règnes, et elles y existent avec des modifications qu'il est bon de connaitre et d'essayer d'apprécier à leur juste valeur ; car sous l'empire de préjugés qui avaient leur origine dans de fausses théories, l'on en a exagéré l'importance.

Et d'abord le mode de nutrition est-il donc si totalement

dant très-acceptable et ce serait à tort, selon nous, que l'on s'en effraierait. Cet enchaînement universel et ininterrompu qu'il prétend établir entre les deux règnes organiques existe déjà, il faut bien le reconnaître, dans la série animale ; mais pour nous cet enchaînement continu des êtres ne prouve qu'une chose, l'unité du plan du Créateur. Cette harmonieuse unité du plan divin ne ferait que ressortir davantage si l'on venait à constater entre les deux règnes cette union et cette intimité que l'on sait déjà exister entre deux espèces voisines d'un même règne.

différent dans les deux règnes? — A première vue il semblerait que l'estomac des animaux les distinguât complétement de la plante; mais, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que tous en fussent pourvus. Or, il n'en est rien. Plusieurs animaux, occupant même un degré relativement élevé dans l'échelle zoologique, certains helminthes, par exemple, semblent manquer complétement de cavités digestives. Un grand nombre de Protozoaires, entre autres l'Amibe et l'Actinophrys, sont dans le même cas.

Ce ne sont donc pas les phénomènes de la digestion qui différentient les deux séries animale et végétale. Il ne sera pas inutile de citer à ce sujet M. Paul Gervais : « La digestion, dit-il, a été signalée comme pouvant servir aussi à distinguer les animaux d'avec les végétaux. On a dit que les premiers seuls digéraient et qu'ils possédaient à cet effet un canal intestinal, ou tout au moins un estomac, tandis que chez les végétaux il n'y a jamais ni digestion proprement dite des aliments, ni organes digestifs. Mais ici encore il y a certains êtres qui, envisagés sous d'autres rapports, semblent devoir être regardés comme animaux et qui cependant n'ont point d'organes de digestion.... D'ailleurs il existe chez les végétaux des fonctions tout à fait comparables à la digestion des animaux, et la différence entre les deux règnes est moins dans la nature des phénomènes de cet ordre que dans les conditions de leur accomplissement (1). »

Ce dernier passage du savant zoologiste nous semble manquer d'exactitude. La différence entre les deux règnes ne réside pas plus dans les conditions d'accomplissement de la digestion que dans la nature des phénomènes de cet ordre. Il n'y a pas, en effet, et il ne peut y avoir de digestion proprement dite chez la plante et chez les animaux dépourvus d'un tube digestif quelconque. Aussi le mode de nutrition chez ces différents êtres est-il tout à fait analogue. Les aliments dont ils se nourrissent sont ou liquides ou gazeux et

(1) *Zoologie*, 1866. p. 29.

pour ainsi dire tout digérés à l'avance. On conçoit que les animaux d'un ordre supérieur qui se nourrissent d'aliments solides aient besoin d'un organe spécial pour donner à ces aliments une forme sous laquelle ils puissent être absorbés; mais un estomac serait très inutile chez des êtres qui n'ont besoin pour vivre que des matériaux solubles, liquides ou gazeux qui les entourent (1). La digestion n'existe donc pas chez eux; elle est remplacée, comme le dit M. Claude Bernard, par cet ensemble de circonstances fortuites et variables qui amènent en contact avec les organes d'absorption, racines, feuilles du végétal, les substances absorbables qui conviennent à sa nutrition (2).

La cavité intestinale n'est donc pas, quoi qu'en ait pensé Cuvier, un attribut caractéristique de l'animal; on ne la trouve, il est vrai, que dans ce règne; mais tous les êtres qui en font partie n'en sont pas pourvus et, dès lors, si à sa présence l'on reconnaît l'animal l'on ne saurait, à son absence, reconnaître le végétal. « Il n'y a pas un organe, a dit Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, qui se retrouve sans exception chez tous les animaux; pas un seul, par conséquent, dont la présence doive être mise au nombre des caractères essentiels de l'animalité (3). » Disons cependant que cette proposition nous paraît un peu trop générale. Peut-être serait-il bon, en effet, d'excepter le système nerveux sans lequel il semble qu'il ne puisse y avoir de sensibilité. Or nous verrons que la sensibilité existe chez tous les animaux, et seulement

(1) Tout aliment soluble n'est pas cependant assimilable. Le sucre de canne, par exemple, la saccharose, quoique soluble, a besoin pour devenir véritablement alimentaire de subir l'action d'un ferment particulier qui la transforme en glucose. Les matières grasses sont dans le même cas. Si l'on fait consister la digestion dans cette transformation qui rend assimilables les aliments sous l'influence d'un agent particulier appelé ferment, on retrouvera cette fonction aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. Ainsi comprise la digestion ne fera donc que rapprocher de plus en plus les deux règnes.

(2) *Revue scientifique*, 1873, p. 342.

(3) *Histoire naturelle générale*, II, 107.

chez les animaux. Le système nerveux doit donc aussi y être représenté quoique nos moyens d'investigation ne nous permettent pas toujours d'en constater l'existence.

Pas plus que la digestion, l'absorption n'est un caractère distinctif de l'animalité : elle s'accomplit de la même façon dans les deux règnes. Dans l'un comme dans l'autre, c'est toujours cette fonction en vertu de laquelle les aliments liquides ou gazeux sont pompés et aspirés par les divers organes.

La circulation dans les plantes présente aussi de nombreux rapports avec la circulation dans l'animal. On sait comment les liquides puisés par les racines s'élèvent par les parties ligneuses de la plante sous le nom de sève ascendante, comment ils se répandent dans les feuilles, où ils se modifient au contact de l'air dans l'acte qui constitue la respiration des végétaux, comment enfin ils redescendent par l'écorce en déposant sur leur parcours les éléments nutritifs dont ils sont chargés. L'analogie est ici frappante avec la circulation dans les animaux. C'est de même, en effet, que le sang veineux, chargé d'acide carbonique par suite de la combustion opérée dans les organes, va se purifier dans les poumons au contact de l'air, pour de là se répandre dans tout le corps et y porter la vie.

Outre la sève proprement dite, il existe dans les végétaux, du moins dans un grand nombre, un liquide particulier que l'on a désigné sous le nom de *latex*, et qui coule dans des vaisseaux spéciaux appelés pour cela vaisseaux *laticifères*. Il présente à peu près tous les caractères du sang. « C'est, dit Richard (1), un fluide ordinairement coloré tantôt blanc, tantôt jaune ou rougeâtre. Cette coloration est due à la présence de corpuscules opaques, de couleur variée, qui réunis en abondance dans un liquide aqueux et transparent, lui communiquent leur coloration, comme les globules du

(1) *Éléments de botanique*, 1870, p. 141.

sang et ceux du lait donnent à ces liquides, incolores par eux-mêmes, la couleur rouge ou blanche qui leur est propre. Quelquefois au contraire le latex est incolore ou à peu près incolore. Dans ce cas les globules y existent encore, mais ils sont ou beaucoup moins nombreux ou même incolores. Lorsqu'on abandonne à lui-même le latex recueilli dans un vase plat, il se comporte comme le sang, et se partage en deux parties : un liquide incolore ou légèrement coloré en brun, et une matière solide formant une sorte de caillot, composé surtout des globules colorés. »

C'est assez dire que la théorie de la dualité vitale ne saurait s'appuyer sur le phénomène de la circulation. Terminons ce sujet par une citation de M. Claude Bernard qui achèvera de nous faire saisir les nombreux traits de ressemblance que présentent la sève et le sang. « Les études les plus précises faites jusqu'ici, nous dit le savant professeur du Muséum, permettent d'affirmer comme l'état actuel de la science, ce fait que les propriétés et la constitution du milieu intérieur, sève ou sang, sont au fond les mêmes. Les matières qui prennent part au cycle vital chez l'animal et le végétal sont de même nature chez l'un et chez l'autre; les conditions de complication ou de simplicité, avant et après la nutritiou, sont semblables. L'eau, la soude, la potasse, les matières albuminoïdes, fibrine ou gluten, caséine ou légumine, albumine végétale ou animale, matières sucrées ou grasses, les gaz dissous, oxygène, acide carbonique, *azote*, entrent dans la constitution du liquide qui baigne l'élément anatomique de l'animal et du végétal (1). »

Ces derniers mots du célèbre physiologiste sont à retenir. On a enseigné longtemps, et on lit encore dans certains traités élémentaires de physiologie que les matières azotées, connues en chimie organique sous le nom de principes immédiats quaternaires ou albuminoïdes, caractérisent les ani-

(1) *Les théories dualistes de la vie : Revue scientifique*, année 1873, p. 294.

maux ; au contraire, des composés ternaires entreraient seuls dans la constitution des végétaux. Or, il n'en est rien. « Il est bien reconnu que les deux sortes de principes immédiats (ternaires et quaternaires) sont également indispensables aux phénomènes vitaux des animaux et à ceux des végétaux, et le chimiste retrouve les uns et les autres dans les deux règnes. Le caractère différentiel qu'on avait indiqué à cet égard est donc de nulle valeur, ou plutôt il n'existe pas. »

Mais il est une fonction qui jusqu'ici a été à peu près unanimement présentée comme s'exerçant dans des conditions complétement différentes et d'une manière tout à fait opposée dans les deux règnes : il s'agit de la respiration. On sait que le sang veineux se modifie dans les poumons au contact de l'air qui lui cède son oxygène. Cet oxygène se combine dans les organes avec le carbone et l'hydrogène fournis par les aliments ; et de cette combustion, source de la chaleur vitale, il résulte de l'acide carbonique qui est dégagé par l'expiration. Cet ensemble de phénomènes constitue la respiration animale. De même, il est universellement admis que, chez les végétaux, la sève puise dans l'air atmosphérique certains éléments en même temps qu'elle se dépouille de certains autres. C'est dire que, de l'avis de tous, il existe une respiration chez les plantes. *A priori*, en raison de l'analogie déjà constatée entre les fonctions végétales et animales, l'on devait croire que celle-ci s'exerçait de la même manière dans les deux règnes ; mais des expériences restées célèbres conduisirent à une opinion tout opposée.

Priestley, le premier, découvrit l'action épurative des plantes sur l'atmosphère. Le savant anglais, à la fois philosophe, physicien et chimiste, se demandait comment il se faisait que l'air sans cesse vicié par la respiration des animaux conservât néanmoins toute sa pureté. Peu satisfait de la théorie qui expliquait cette épuration de l'air atmosphérique par les froids de l'hiver, il tenta de nouvelles expériences. Il eût l'idée de placer des pieds de menthe dans un milieu

devenu impropre à la vie animale, et il observa que la plante non-seulement n'en souffrit aucunement, mais qu'elle prospèra d'une façon remarquable. Il reconnut de plus que l'air, auparavant complétement altéré, avait recouvré sa pureté primitive et que l'animal pouvait y vivre. Il avait trouvé la réponse à la question qu'il s'était posée. L'air altéré par les animaux est purifié par les végétaux, de sorte que grâce aux uns et aux autres l'équilibre se trouve maintenu dans l'atmosphère. Mais ce n'était encore qu'une partie de la vérité. Priestley avait expérimenté sous l'action directe de la lumière solaire; c'est à cette circonstance qu'il dut le résultat de son expérience. Il eut le tort de généraliser et de voir dans ce phénomène la respiration normale des végétaux. Ayant par la suite repris ses expériences, il se trouva que le succès ne fut pas toujours aussi complet, et que parfois l'air, au lieu d'être épuré, était au contraire vicié par la présence des végétaux. C'est que, alors, il avait expérimenté à l'ombre ou dans l'obscurité. Mais il ne comprit pas l'importance de ces conditions, et il rejeta comme mauvaises les expériences qui n'avaient pas réussi à son gré.

De Saussure reprit la question et lui fit faire un pas de plus. Il découvrit que la respiration des plantes dans l'obscurité est analogue à celle des animaux, et que dans tous les cas, même sous l'influence directe de la lumière solaire, les parties des végétaux non colorées en vert ont également ce mode de respiration, c'est-à-dire, qu'elles absorbent de l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique. C'était déjà enlever à la théorie de la dualité vitale un de ses points d'appui; car l'antagonisme entre les deux règnes devenait moins saisissant que ne l'avait cru Priestley à la suite de ses expériences.

Disons ici que la plupart des botanistes modernes s'en tiennent encore aux idées de Saussure. Ils admettent, il est vrai, que, même en présence de la lumière diffuse, il y a absorption d'oxygène par la plante; mais ils ne vont pas plus loin. Ils croient toujours que sous l'action directe des

rayons solaires, la respiration végétale est l'inverse de la respiration animale. Voici, par exemple, ce que nous lisons dans un ouvrage classique, dans la dernière édition des *Éléments de Botanique* de Richard : « Des expériences récentes ont mis hors de doute un autre fait, à savoir que non-seulement dans l'obscurité, comme on l'avait admis uniquement, mais à la lumière diffuse du jour, la plante absorbe de l'oxygène... Cet oxygène, comme l'avait déjà remarqué Théodore de Saussure et comme le prouvent les expériences précises de M. Garreau, se transforme en acide carbonique en se combinant avec une portion du carbone de la plante... Il résulte de là que la respiration végétale offre avec celle des animaux plus d'analogie qu'on n'était disposé à l'admettre, puisque, comme celle-ci, elle consiste, *en certains cas*, dans l'absorption de l'oxygène et dans la formation de l'acide carbonique (1). »

Ce n'est pas assez dire. Il semble démontré que, non-seulement *en certains cas* mais toujours, il y a absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique chez la plante. Si l'on ne s'en est pas aperçu plus tôt, c'est que la quantité considérable d'oxygène dégagé et d'acide carbonique absorbé sous l'influence directe du soleil détournait l'attention du phénomène inverse qui s'effectuait néanmoins simultanément, mais dans de moindres proportions. Il ne sera pas inutile de nous appuyer ici sur le témoignage d'un savant dont l'autorité n'est pas contestable dans le domaine des sciences physiologiques. « De nos jours, dit M. Claude Bernard, les travaux de MM. Boussingault, Garreau, Sachs, etc., ont appris que, même *au soleil,* les végétaux dégagent une certaine proportion d'acide carbonique. Les travaux de ces expérimentateurs ont élucidé mieux encore le phénomène d'échange entre l'atmosphère et le végétal; les rapports que ces recherches mettent en lumière entre la vie végétative et la vie animale contiennent la justification des principes que

(1) *Nouv. Éléments de Botanique*, 1870, p. 142.

nous avons déjà soutenus dans nos cours précédents sur l'unité vitale dans les deux règnes... Ainsi, ajoute-t-il ailleurs, l'antagonisme chimique n'existe pas dans le fonctionnement vital : il y a combustion dans l'animal et dans le végétal. »

Il n'y a donc pas lieu de distinguer chez les végétaux deux modes de respiration complétement opposés, l'un diurne, l'autre nocturne. Le seul phénomène qui mérite à proprement parler le nom de respiration est entièrement analogue à la même fonction considérée dans l'animal. Il consiste dans les deux règnes dans une absorption d'oxygène et un dégagement d'acide carbonique. Le phénomène qu'on a appelé la *respiration diurne* et qui est dû à l'action de la lumière solaire, d'une part, et de l'autre, à la présence de la chlorophylle ou matière verte chez le plus grand nombre des végétaux, est tout à fait indépendant de la respiration. Il ne se produit que dans certaines conditions, il n'est par conséquent nullement nécessaire à la vie et il appartient tout aussi bien à l'animal, chez qui existe la chlorophylle, qu'au végétal. C'est en effet une chose assez remarquable que cette matière verte, principe de la coloration des plantes, se rencontre chez certains animaux, par exemple chez l'hydre verte et chez un infusoire cilié, le *Stentor polymorphus*, et qu'elle s'y rencontre avec les mêmes propriétés, entre autres celle d'absorber de l'acide carbonique et de dégager de l'oxygène sous l'action des rayons solaires. Cette *propriété chlorophyllienne*, comme l'appelle M. Claude Bernard, n'appartient donc pas exclusivement à la plante. On la trouve partout où existe la matière verte et nulle part ailleurs. La chlorophylle est absolument indispensable à son existence : c'est pour cela que chez les plantes *colorées*. — et par ce mot l'on entend en botanique toutes celles qui ne sont pas vertes, — l'on n'a jamais pu constater de dégagement d'oxygène, mais toujours au contraire le phénomène inverse.

La propriété chlorophyllienne n'est donc en quelque sorte qu'un accident chez la plante, puisqu'elle réclame deux con-

ditions qui font souvent défaut, la lumière solaire et la matière verte. Elle se rattache à l'*irritabilité fonctionnelle*, terme par lequel M. Claude Bernard entend toutes les fonctions organiques qui supposent la vie mais sans lesquelles la vie pourrait exister, telle que l'excitation nerveuse et la contractilité musculaire.

Au contraire la respiration véritable, consistant en un dégagement d'acide carbonique avec absorption d'oxygène, est un phénomène constant chez l'être vivant. Sans lui la vie ne saurait exister. Aussi a-t-on constaté que la plante ne peut vivre dans de l'acide carbonique pur, parce qu'elle manque de l'élément indispensable, l'oxygène. Il en serait autrement si la respiration consistait dans la réduction de l'acide carbonique et dans l'absorption du carbone. Il est vrai que la plante a la propriété de faire cette réduction ; mais elle ne peut la faire qu'autant qu'elle est sous l'influence directe du soleil et qu'elle a de l'oxygène à respirer.

Cette propriété respiratoire des végétaux est donc tout à fait essentielle. Elle est du domaine de ce que M. Claude Bernard appelle l'*irritabilité nutritive*. « L'irritabilité nutritive, dit l'éminent physiologiste, est la première propriété qui apparaisse et la dernière qui disparaisse : c'est cette propriété qui, tant qu'elle subsiste dans un élément, oblige à dire que cet élément est vivant et qui, lorsqu'elle s'est éteinte, oblige à dire qu'il est mort. Elle est la condition indispensable de la manifestation de toutes les autres propriétés, sensibilité, contractilité, motilité, qu'elle domine par sa généralité et son importance. Pour tout dire en un mot, elle est la caractéristique absolue de la vie. » Or la propriété respiratoire des plantes a tous les caractères de l'irritabilité nutritive, à savoir la continuité et l'universalité. « On la constate dans les fleurs, les bourgeons, les graines, les tiges, les racines ; on la trouve dans les plantes sans chlorophylle, comme les orobanchées. et les champignons : enfin elle existe aussi dans les organes verts où elle constitue ce qu'on a appelé la *respiration nocturne* ou la *respiration à l'ombre*, en l'oppo-

sant à la fonction diurne chlorophyllienne qui a besoin des rayons solaires pour s'exercer. Mais de jour ou de nuit, à l'ombre ou au soleil, à l'air ou dans l'eau la respiration ne cesse jamais, car sa cessation serait la mort.

« En résumé, la propriété respiratoire proprement dite est commune à l'animal et au végétal ; l'un et l'autre ont besoin d'oxygène pour accomplir les combustions organiques qui se passent en eux. C'est là par conséquent une analogie frappante qui, au lieu de prouver la dualité de la vie dans les deux règnes, en manifeste au contraire l'harmonieuse unité (1) »

Il est un autre argument qu'on pourrait faire valoir, s'il en était besoin, à l'appui de l'identité du mode de respiration dans les deux règnes. Il semble résulter des nombreuses expériences de plusieurs physiologistes que les végétaux possèdent comme les animaux une chaleur propre. Pour ce qui regarde les époques de la fécondation et de la germination, ce point n'est nullement douteux. Mais il y a plus. L'on voit des arbres et des arbrisseaux supporter dans les pays septentrionaux des froids de 30 degrés sans geler. D'un autre côté, des thermomètres placés dans des arbres vivants accusent une température souvent très différente de la température extérieure. Il est difficile d'expliquer ces faits autrement qu'en attribuant à la plante une chaleur propre ; or cette chaleur doit évidemment provenir comme chez les animaux d'une combinaison d'oxygène et de carbone, combinaison qui suppose la respiration proprement dite.

Mais c'est assez insister sur ce sujet. Il est bien démontré, croyons-nous, quels qu'aient été et quels que soient encore les sentiments d'un certain nombre de naturalistes à cet égard, qu'il n'y a dans tout l'empire organique qu'un seul mode de respiration.

Du reste, hâtons-nous de le dire, ces vues nouvelles ne changent rien aux idées communément reçues concernant la

(1) *Revue scientifique*, 1873, p. 339.

mission des plantes et leur raison d'être dans le plan divin. Pour n'être pas un acte de respiration, mais un phénomène en quelque sorte accidentel et superflu, leur action dans la décomposition de l'acide carbonique dégagé par les animaux n'en est pas moins réelle. Il est parfaitement exact de dire qu'elles jouent dans l'univers, et par rapport au règne animal, un rôle pondérateur. Si les animaux étaient seuls sur la terre dans les conditions actuelles, bientôt l'air serait vicié par leur respiration et la vie deviendrait impossible. Heureusement les végétaux sont là qui rétablissent l'équilibre dans l'atmosphère à l'aide de cette propriété chlorophyllienne dont nous avons parlé. Les animaux de leur côté fournissent aux végétaux le carbone dont ils ont besoin. Avouons toutefois qu'ils ne sont pas indispensables à la plante ; elle pourrait à la rigueur se suffire à elle-même, puisqu'elle produit dans certaines conditions le carbone qu'elle absorbe dans d'autres. Il est vrai que dans les circonstances actuelles les rayons solaires sont trop abondants pour que la production de l'acide carbonique puisse égaler celle de l'oxygène ; mais on concevrait, dirons-nous encore avec M. Claude Bernard, « que la lumière pût être tellement ménagée que ces deux actions opposées se compensassent et que l'équilibre fût maintenu pendant un temps très long. » Or ce n'est pas là une simple supposition. La science, d'accord en cela avec la Bible, nous apprend qu'il fut un temps où les végétaux vivaient seuls ou à peu près seuls sur la terre ; et tout nous conduit à croire qu'à cette même époque notre globe, entouré d'épais nuages et d'une atmosphère impure, ne recevait qu'une faible quantité de rayons lumineux.

La transpiration, autre fonction de la vie végétative, présente dans les deux séries animale et végétale les caractères de similitude les plus marqués. Elle consiste chez la plante dans une sorte d'exsudation qui s'opère à travers les organes foliacés. Le végétal ne s'approprie pas, en effet, toute l'eau qu'il absorbe. On calcule que, dans les conditions qui lui sont

le plus favorables, il rejette environ les deux tiers du liquide puisé par les racines. Si la transpiration est plus abondante, la plante se flétrit; si elle l'est moins, la sève est trop aqueuse et trop peu nutritive.

La transpiration végétale s'effectue principalement par de petites ouvertures appelées *stomates* et situées surtout à la partie inférieure des feuilles. Elle est presque nulle la nuit, les stomates étant alors fermés : il en résulte que les végétaux augmentent sensiblement de poids pendant la nuit. Mais au point du jour, dès que le soleil vient les frapper, la transpiration est souvent si abondante que les feuilles se couvrent de gouttelettes, qui ne proviennent pas de la rosée, comme on serait porté à le croire, mais bien de l'intérieur de la plante. La transpiration augmente avec la sécheresse de l'air et l'élévation de la température. Elle est parfois très abondante. Le célèbre naturaliste anglais Haler a observé que le poids de l'eau ainsi rejetée par un chou dans un seul jour d'été peut s'élever à un kilogramme. Cette transpiration est néanmoins presque toujours insensible, la chaleur évaporant immédiatement le liquide sécrété.

Nous ne décrirons pas les phénomènes si connus de la transpiration animale. Il nous suffit d'avoir montré que ce même phénomène se retrouve dans la plante, et qu'il s'y retrouve dans des conditions tout à fait analogues.

A la transpiration se rattache, comme dernière fonction de nutrition, un phénomène connu sous le nom de sécrétion. Il consiste dans les deux règnes organiques dans l'élaboration et la sortie naturelle de certaines humeurs, telles que la salive, l'urine, la sueur, le cérumen, chez l'animal ; les gommes, les résines, les baumes, les huiles essentielles chez le végétal. Ici donc encore il y a analogie complète entre les manifestations vitales de l'un et de l'autre règne.

Nous pourrions poursuivre cette étude comparative jusque dans les fonctions relatives à la multiplication de l'espèce et là encore nous retrouverions une similitude des plus frap-

pantes, similitude qui, du reste, n'a échappé à personne. Il est vrai que chez la plante il y a généralement réunion des sexes sur le même individu; mais beaucoup de plantes ne sont pas dans ce cas; et d'ailleurs ne savons-nous pas qu'un grand nombre d'animaux occupant les derniers degrés de l'échelle zoologique sont également hermaphrodites?

Il est vrai encore que les plantes ont un autre mode de reproduction : elles se multiplient aussi par bouture. Mais c'est là également un caractère que nous retrouvons chez un grand nombre d'animaux. La génération gemmipare ou par bourgeons est assez connue en zoologie, et il y a plus d'un siècle que les célèbres expériences du génevois Trembley sur les polypes d'eau douce ont appris qu'il suffisait de couper ces animaux en deux ou plusieurs segments pour reproduire autant d'individus semblables. Le mode de génération est du reste très varié dans l'un comme dans l'autre règne, et ce n'est point dans les fonctions de cet ordre qu'il faut aller chercher un caractère distinctif de l'animalité.

Nous avons examiné successivement, mais trop rapidement peut-être, les fonctions de la vie végétative dans les deux séries d'êtres organisés qui composent l'empire organique et nous n'y avons reconnu aucun caractère précis qui distinguât nettement le règne animal du règne végétal. Il ne suit pas de là toutefois que l'on n'ait pas eu raison, même en se plaçant exclusivement au point de vue des fonctions de la vie végétative, de distinguer deux séries d'êtres vivants. Les deux groupes universellement admis sont en effet dans leur ensemble et en dehors des fonctions de la vie animale qu'il nous reste à étudier, complétement distincts. Ils ne se touchent que par les derniers anneaux des deux chaînes qu'ils constituent. Car, il ne faut pas l'oublier, ce ne sont pas les végétaux les mieux organisés qui se rattachent aux animaux d'un ordre inférieur, ce sont au contraire les plantes les plus simples, les plus rapprochées par leur constitution de l'empire inorganique. Donc dans aucun cas l'on ne pourrait consi-

dérer le règne végétal comme la continuation du règne animal simplifié. Ces deux règnes se développent parallèlement. « Ils forment en quelque sorte, comme l'a dit Achille Comte, deux chaînes ascendantes, partant l'une et l'autre d'un anneau commun et s'écartant à mesure qu'elles s'élèvent (1) »

Nous ne saurions mieux terminer cette comparaison des fonctions de la vie végétative dans les deux règnes qu'en citant les paroles suivantes de Candolle qui confirment et complètent ce que nous avons dit : « Les végétaux et les animaux ont entre eux des rapports si intimes qu'ils semblent formés sur un plan analogue. Les uns et les autres sont composés de parties les unes agissantes, les autres élaborées ; les unes plus ou moins solides, les autres généralement liquides ; dans les deux règnes on remarque, tant que la vie dure, une tendance énergique pour résister à la putréfaction ; dans les deux règnes on trouve des composés particuliers que la synthèse chimique ne sait imiter ; dans l'un et l'autre règne les matières qui doivent servir à la nutrition passent, avant d'en être susceptibles, par une série de phénomènes analogues ; dans tous les deux on distingue des sécrétions et des excrétions variées ; dans les deux règnes les lois de la reproduction offrent une similitude frappante ; dans tous les deux, les individus, nés d'un être quelconque, lui ressemblent dans toutes les parties essentielles, et la réunion de tous ces individus qu'on peut supposer originairement sortis d'un seul être constitue une espèce. »

Tels sont en résumé les traits de ressemblance que présentent les deux règnes : il nous reste à voir les différences.

II. — FONCTIONS DE LA VIE ANIMALE.

Cuvier considérait les cinq caractères suivants comme essentiels à l'animalité : la sensibilité, la mobilité, la digestion,

(1) *Structure et physiologie animale*, p. 10.

la composition chimique plus compliquée et le mode de respiration. Nous savons ce qu'il faut penser de ces trois derniers caractères; il nous reste à apprécier les deux premiers.

La sensibilité et la mobilité appartiennent aux fonctions de relation, c'est-à-dire à ces manifestations vitales qui ont pour but de mettre l'animal en rapport avec le monde extérieur. Bichat en a fait les fonctions de la vie animale; c'est dire que, d'accord en cela avec tous les naturalistes et philosophes depuis Aristote jusqu'à Cuvier, il en faisait l'apanage exclusif de l'animalité. En est-il réellement ainsi? — Non, répond M. Claude Bernard. « Les phénomènes de la motilité et de la sensibilité ne fournissent pas, nous dit-il, les éléments de distinction suffisants. Loin de là; on y trouve de nouvelles raisons d'assimiler la vie de l'animal à celle de la plante. » Et sur quoi donc s'appuie le célèbre physiologiste pour oser s'inscrire en faux contre une opinion universellement admise? — Sur ce qu'il existe, prétend-il, des êtres litigieux qu'on ne sait à quel règne annexer; sur la présence du mouvement et de la sensibilité dans des végétaux d'un ordre élevé; enfin sur ce fait que les mêmes agents anesthésiques, le chloroforme et l'éther, éteignent la sensibilité et produisent les mêmes effets dans les deux règnes. On le voit, la question que nous posons est grave et mérite un examen attentif. Il s'agit de savoir s'il existe, oui ou non, une ligne de démarcation entre les deux séries du monde organique. La réponse à cette question, si elle était négative, entraînerait de graves conséquences dans le domaine des idées philosophiques. Pour résoudre des questions aussi importantes et aussi difficiles, il nous faut appeler la logique la plus sévère au secours de l'observation la plus délicate.

Et d'abord qu'est-ce que sentir? car il importe avant tout de s'entendre sur les mots. *Sentir*, c'est percevoir une impression, c'est éprouver *en soi* quelque chose d'agréable ou de désagréable. Cette faculté de sentir ainsi entendue existe-t-elle chez tous les animaux? N'existe-t-elle que chez les animaux? Telles sont les questions auxquelles il nous faut répondre.

La sensation étant quelque chose de purement interne, il serait impossible de la constater ailleurs qu'en soi-même, si elle n'était suivie habituellement de certains effets extérieurs perceptibles à nos sens. Ces effets, à l'aide desquels nous reconnaissons qu'un être éprouve une sensation, sont les mouvements. La mobilité n'est donc pas, au point de vue où nous nous plaçons, une fonction distincte de la sensibilité ; elle en est le *criterium*. Sans elle la sensibilité pourrait se trouver dans un être sans qu'il fût possible d'en constater l'existence, et, de fait, c'est ce qui arrive dans certains états pathologiques où les nerfs moteurs sont paralysés.

Mais la mobilité elle-même n'est pas toujours facile à reconnaître, si par ce mot nous entendons la faculté de *se* mouvoir et non la faculté d'être mû. Se mouvoir c'est faire preuve de volonté, et c'est pour cela que le mouvement est dit alors volontaire. Tous les mouvements ne sont donc pas volontaires dans l'animal. On en distingue trois sortes : premièrement, les mouvements mécaniques transmis du dehors ou encore dûs à une force physique quelconque telle que la pesanteur ; secondement, les mouvements *automatiques* ou organiques dont le point de départ est dans l'animal, mais qui sont tout à fait involontaires : tels sont le mouvement péristaltique des intestins et les battements du cœur ; enfin les mouvements volontaires, animaux ou *autonomiques*, qui le plus souvent ont pour cause une sensation préalablement éprouvée. Ces derniers seuls supposent la faculté locomotrice, qui elle-même suppose la sensibilité. Ils doivent donc être principalement l'objet de nos recherches. Si la sensibilité est réellement le caractère distinctif de l'animalité, nous devons les rencontrer chez tous les animaux et uniquement chez eux. Toute la difficulté d'une étude de ce genre consiste dans la distinction des trois sortes de mouvements.

Cette distinction est facile en nous-mêmes : nous avons conscience de la volonté qui préside à nos actes. Par ana-

logie, lorsque nous voyons d'autres hommes ou des animaux agir comme nous agirions, exécuter des mouvements analogues aux nôtres, rechercher ce qui est agréable, éviter ce qui pourrait leur nuire, nous sommes portés à dire que ces hommes ou que ces animaux sont doués comme nous de la faculté de sentir. C'est qu'en effet il semble y avoir choix chez eux ; or le choix suppose la volonté, et la volonté a pour point de départ la sensibilité.

Les caractères à l'aide desquels on peut reconnaître qu'un mouvement est volontaire ne sont pas chose facile à déterminer. On peut dire toutefois d'une façon générale que tout mouvement régulier, constant, surtout s'il est précédé d'un phénomène physique, doit être considéré comme automatique ou mécanique. Au contraire tout mouvement irrégulier, *intermittent*, sans cause physique apparente, est probablement volontaire.

Il n'est nullement nécessaire pour que le mouvement soit volontaire qu'il y ait déplacement total. Telle est pourtant la difficulté à laquelle on s'est longtemps heurté. Buffon lui-même semblait douter que la locomotion partielle pût être, au même titre que la locomotion totale, caractéristique de l'animalité. Et cependant, dit Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, « où trouver entre l'une et l'autre une différence essentielle? Doués nous mêmes de toutes les deux, ne savons-nous pas qu'elles dépendent en nous des mêmes causes; qu'elles se produisent par de semblables actions musculaires; qu'elles constituent des phénomènes exactement du même genre; qu'il n'y a de l'une à l'autre que des différences de degré et non de nature? Encore ces différences résultent-elles simplement, tantôt de la disposition mécanique des organes, tantôt de l'intensité avec laquelle s'exerce une action au fond identique. Pour s'en convaincre chacun n'a ici qu'à s'interroger lui-même. Le mouvement par lequel il porte en avant sa cuisse et sa jambe et par suite tout son corps et se déplace en totalité est-il d'un autre ordre que celui par lequel il porte en avant son bras et ne se déplace que partiellement?

Bien plus : les mêmes actions musculaires ne produisent-elles pas chez le même homme, s'il est debout, la progression et la locomotion totale, et s'il est assis ou couché, une locomotion seulement partielle? (1) »

Ces considérations s'appliquent aux polypes, aux spongiaires et aux autres animaux non susceptibles de locomotion complète et sur la nature desquelles, nous le verrons bientôt, on ne conserve cependant aucun doute.

Il nous faut maintenant, à l'aide des quelques notions qui précèdent, étudier en détail, au point de vue de leur classement dans l'une ou dans l'autre des deux séries organiques, ces êtres litigieux que l'on n'a pu encore, prétend M. Claude Bernard, annexer à aucun des deux règnes. Nous savons d'une part que le véritable et le seul *criterium* de la sensibilité est le mouvement; nous savons à peu près d'autre part à quels signes on reconnaît qu'un mouvement est volontaire. Essayons donc de faire l'application de ces connaissances, et voyons d'abord si le mouvement volontaire, signe caractéristique de l'animalité se rencontre bien chez tous les êtres que l'on a l'habitude de classer dans le règne animal.

Il ne saurait y avoir de doute possible au sujet des deux premiers embranchements de la série zoologique. Nous ne croyons pas que la nature animale d'aucun des êtres qui en font partie ait jamais été contestée. On rencontre il est vrai parmi les articulés des animaux qui passent la plus grande partie de leur vie fixés aux rochers sous-marins, tels que les balanes et en général les cirrhipèdes, et d'autres qui, comme certains helminthes ou vers intestinaux, semblent dépourvus de cavités digestives; mais l'ensemble de leur organisation ne permet pas d'hésiter à voir en eux de véritables animaux.

Déjà dans l'embranchement des mollusques, parmi les molluscoïdes surtout, nous trouvons des êtres dans lesquels un observateur peu attentif ne reconnaîtrait certainement pas à première vue des animaux. Si, comme on l'a prétendu, la

(1) *Histoire naturelle générale*, II, p. 126.

faculté de se déplacer était un des caractères du règne animal, il faudrait en exclure l'huître, car elle est entièrement fixée au fond de la mer et tout le mouvement dont elle est susceptible consiste à ouvrir et à fermer sa coquille ; mais ce mouvement partiel évidemment volontaire suffit pour reconnaître en elle un animal. Du reste la présence chez elle d'organes de la digestion et de la circulation ne permet pas de se tromper sur sa véritable nature.

On peut en dire autant des Tuniciers et des Bryozoaires qui constituent le sous-embranchement des molluscoïdes ; mais ici, si l'on se contentait d'un examen superficiel, l'erreur serait beaucoup plus facile.

Les Tuniciers, dépourvus de coquille, affectent généralement la forme d'un sac membraneux. Les principaux sont les ascidies et les biphores ou salpes. Mobiles pendant leur jeune âge seulement, les ascidies sont habituellement fixées aux corps sous-marins et très-souvent adhèrent entre elles. Les biphores vivent solitaires ou réunis en forme de longs rubans, et présentent sous ce rapport un curieux exemple de génération alternante. Chaque individu solitaire donne naissance à un groupe, à une chaîne, et chacun des anneaux de cette chaîne produit un animal isolé. C'est à ces chaînes animées que l'on a donné le nom de *serpents de mer*.

Les Bryozoaires récemment réunis à l'embranchement des mollusques ont une organisation plus simple encore. Ce sont des animaux de très petite dimension, très souvent réunis en groupes et logés dans des cellules calcaires qui les protègent. Ainsi réunis, ils ressemblent beaucoup aux polypiers avec lesquels on les a longtemps confondus. Leur bouche est entourée de tentacules dont les mouvements, manifestement volontaires, ne permettraient pas de se méprendre sur leur véritable nature, si la présence en eux d'un tube digestif et même d'un système nerveux ne prouvait assez que l'on a affaire à des animaux.

La quatrième embranchement est celui des Zoophytes que l'on a récemment partagé avec raison, semble-t-il, en deux

groupes assez bien tranchés, celui des Rayonnés et celui des Protozoaires.

Les Rayonnés tirent leur nom de la position symétrique qu'occupent les organes de ces animaux autour d'un centre commun. On les divise communément en deux grandes classes, celle des Echinodermes et celle des Polypes. Tous sont pourvus de cavités digestives et presque tous sont libres, c'est-à-dire susceptibles de se déplacer. Quelques uns cependant, les encrines, par exemple, sont fixés sur des tiges longues et flexibles et ont tout l'aspect extérieur d'une plante ; mais doués d'un mouvement partiel et d'un appareil digestif, ces êtres ne sauraient être classés dans le règne végétal par l'observateur attentif. Les encrines se rencontrent surtout à l'état fossile. Les naturalistes du siècle dernier rapportaient ces restes à des végétaux ou même en faisaient des colonnes vertébrales de poissons ; mais la découverte d'encrines vivantes a fait cesser tous les doutes au sujet de la véritable nature de ces débris organiques.

Les polypes qui forment la seconde classe des Rayonnés peuvent se diviser en polypes à corps nus et polypes à polypiers. Les premiers sont les plus faciles à distinguer des végétaux. Ils sont généralement libres et flottent alors dans la mer. Tels sont les méduses et en général les acaliphes dont on faisait autrefois une classe spéciale, mais que l'on a rattachés avec raison aux polypes ; car l'on a cru remarquer que de véritables polypes donnaient naissance à des acalèphes.

Il est moins facile de reconnaître des animaux dans les polypes fixés à des corps étrangers, dans le corail par exemple. On sait que les coraux sécrètent une substance calcaire dont ils font en quelques sorte leur habitation et à laquelle on a aussi donné le nom de corail. Ce produit de la sécrétion du polype, qui constitue proprement le polypier, a été longtemps confondu avec l'animal lui-même. Il revêt fréquemment la forme arborescente : de là le nom de *lithophyte* que les anciens lui avaient donné. La présence des polypes sur di-

verses parties de ses rameaux et l'analogie que présentent ces animaux avec des fleurs épanouies achevèrent de convaincre qu'il s'agissait bien d'un végétal. Partagée par des hommes tels que Tournefort, Linné et Réaumur, cette erreur ne fut dissipée qu'à la suite de longues et sérieuses études. On finit pourtant par comprendre que les prétendues fleurs du corail sont de véritables animaux doués de mouvements seulement partiels, il est vrai, mais qui n'en sont pas moins l'indice d'une volonté propre. Réaumur lui-même se rallia à cette opinion, mais non sans l'avoir longtemps combattue, et depuis ce temps l'animalité du corail ne paraît avoir été contestée sérieusement par aucun naturaliste.

On peut en dire autant de tous les polypes. Quelle que puisse être leur ressemblance extérieure avec les végétaux, ils en diffèrent essentiellement par les mouvements volontaires qu'ils exécutent et par l'appareil digestif dont ils sont doués. Il ne saurait donc rester de doute sur la place qu'il faut leur assigner dans la nature. Une description détaillée de chacun d'eux serait, par suite, sans utilité pour le but que nous nous proposons; nous passons donc immédiatement au dernier groupe de la série animale, à celui des Protozoaires.

Les Protozoaires ont pour caractère de n'avoir pas de formes déterminées. On a rangé dans ce groupe tous les animaux à structure très simple que l'on ne pouvait rattacher à aucun autre embranchement : tels sont les spongiaires, les infusoires, les foraminifères et les amibes.

Tous les naturalistes s'accordent aujourd'hui à reconnaître l'animalité de l'éponge; mais il n'en a pas été toujours ainsi. Avant Linné l'on en faisait un végétal. Cependant Aristote et Pline lui reconnurent une sorte de sensibilité. Ils crurent remarquer qu'elle évite la main qui veut la saisir et se cramponne d'autant plus vivement au rocher que l'on fait plus d'efforts pour l'en arracher. Aujourd'hui, si l'on est à peu près d'accord sur sa nature animale, il s'en faut que l'on s'entende sur son organisation intime. M. Milne Edwards y

voit un être isolé qui n'offre que pendant les premiers temps de sa vie les caractères les plus saillants de l'animalité. A l'état adulte, elle adhère aux rochers à la façon des végétaux; on peut la couper et la déchirer sans qu'elle donne aucune marque de sensibilité. Pourtant on la voit expulser par des ouvertures spéciales l'eau qu'elle absorbe par toute sa surface, et à certaines époques elle émet de petits corps ovoïdes qui ne sont autre chose que de jeunes éponges. Ces corpuscules nagent pendant deux ou trois jours à l'aide des cils vibratiles dont ils sont munis, et vont à leur tour se fixer sur quelque rocher. Telle est l'idée que M. Milne Edwards, et avec lui un bon nombre de naturalistes, se font de la nature des éponges. Nous devons avouer que, si les choses sont ainsi, il y a fort peu de différence entre ces êtres et certaines algues que nous étudierons plus loin. Et pourtant tout le monde s'accorde à les placer dans le règne animal; c'est que les mouvements à l'aide desquels les cils vibratiles des éponges favorisent la circulation de l'eau dans leurs organes ont tous les caractères des mouvements volontaires, tandis que ceux qu'exécutent les corpuscules reproducteurs ou fécondateurs des algues doivent être considérés, nous le verrons bientôt, comme automatiques.

Beaucoup de zoologistes, entre autres M. Paul Gervais, ne partagent pas la manière de voir de M. Milne Edwards à cet égard. Ils voient dans l'éponge non un individu unique, mais une collection d'êtres réunis pour former une colonie. On a pu en effet distinguer au microscope, dans des parcelles très ténues de diverses éponges, de petits êtres à mouvements très variés, susceptibles même de se déplacer totalement. Or l'on sait que ce déplacement suffit à lui seul pour caractériser un animal. Donc, quelle que soit l'opinion que l'on admette touchant l'organisation intime des spongiaires, l'on doit reconnaître en eux le mouvement volontaire, signe caractéristique de l'animalité.

Les infusoires sont, comme tous les Protozoaires qu'il nous reste à examiner, des êtres microscopiques. Ils doivent

leur nom à ce qu'ils abondent dans les infusions aqueuses végétales ou animales. Ils sont munis d'une bouche, et de cils vibratiles dont ils se servent pour y faire entrer les aliments ou pour nager. Ces mouvements, *qui alternent avec l'état de repos*, désignent assez la place qu'ils doivent occuper dans la série des êtres. — Nous reviendrons du reste sur ce sujet en parlant des algues.

Nul doute ne saurait exister non plus au sujet des foraminifères, animaux également microscopiques, pourvus le plus souvent d'une coquille analogue à celle des mollusques, et tellement nombreux que la moitié du sable de nos mers en est composée, et qu'ils constituent presque à eux seuls plusieurs couches de l'écorce terrestre. Le simple fait qu'ils ont été longtemps confondus avec les mollusques céphalopodes, c'est-à-dire avec les plus parfaits de cet embranchement, montre assez que leur animalité n'est nullement contestable.

Enfin viennent les *amibes* qui occupent le dernier degré de l'échelle zoologique. Ce sont, en effet, d'après tous les naturalistes, les animaux les plus simples de la création. Il importe donc de voir si, là encore, les caractères de la vie animale se retrouveront nets et précis.

Les amibes, appelées aussi protéïdes ou protées, et rattachées aujourd'hui par un certain nombre de naturalistes au groupe des infusoires, représentent pour nous l'animalité réduite à sa plus simple expression. On n'y remarque nul appareil de nutrition ni de reproduction. On suppose qu'elles se nourrissent par une simple absorption, comme les plantes, et qu'elles se multiplient par fissiparité, c'est-à-dire par l'abandon d'un lobe, lequel continue à vivre et forme à lui un seul individu complet. La vie ne se révèle chez l'amibe que par des mouvements. Simple gouttelette sans forme déterminée, tour à tour elle émet et fait rentrer dans sa masse des expansions arrondies, sortes de bras qui s'allongent du côté vers lequel elle se dirige.

De quelle nature sont les mouvements que l'œil armé du microscope reconnaît chez l'amibe? sont-ils volontaires? sont-

ils purement automatiques? — Nous emprunterons la réponse à l'*Histoire naturelle générale* de M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, admirable ouvrage que la mort de son auteur a malheureusement laissé inachevé. « Les protéïdes, y lisons-nous, les amibes surtout, sont aujourd'hui assez bien connus pour qu'on ne puisse plus hésiter ni sur les faits en eux-mêmes ni sur l'interprétation qu'ils doivent recevoir. Au sein d'une goutte d'eau, lac microscopique où nos yeux, si les observations sont bien faites, la suivent sans peine et sans illusion possible, l'amibe émet à intervalles irréguliers, sur des points variés de son corps, des expansions glutineuses qui sont pour elle comme autant d'organes locomoteurs temporaires, bientôt rentrés et confondus dans la masse commune. Comparable à une tache mobile qui tour à tour s'épand en divers sens, *elle s'avance*, *s'arrête*, *se meut de nouveau*, ou encore se détourne comme si elle changeait de but. Parfois la même goutte réunit plusieurs de ces animalcules, les uns encore globuleux et au repos, les autres de formes variées et déplaçant quelques portions, puis la totalité de leur corps : parmi eux il n'est pas rare d'en voir deux placés l'un près de l'autre et *soumis à des influences extérieures communes*, se mouvoir pourtant en des directions différentes ou même opposées; si bien que malgré la singularité de cette locomotion par *diffluence*, par *écoulement* de la substance homogène de l'animal, on ne saurait méconnaître ici un choix, une impulsion intérieure et autonomique. Pour la nier chez le protéïde il faudrait la refuser à tous les autres animaux à progression lente et à bien d'autres encore (1). »

Cette *impulsion intérieure et autonomique*, dans le langage de Geoffroy Saint-Hilaire, c'est le mouvement volontaire distinct du mouvement organique ou automatique par lequel il explique plus loin la progression des spores et des anthérozoïdes, corpuscules reproducteurs et fécondateurs des algues. Il y a donc selon lui volonté chez les amibes : il y a par conséquent sensibilité et animalité.

(1) *Histoire naturelle générale*, II, p. 131.

On a du reste exagéré la simplicité de l'organisation des amibes et en général des Protozoaires. Sous l'empire d'idées préconçues, l'on a voulu y voir la simple cellule qui doit, prétend-on, former le point de départ des deux règnes organiques. Cette théorie a inspiré à un écrivain bien connu de sages réflexions par lesquelles nous terminerons cette trop rapide étude des zoophytes :

« Quelques naturalistes modernes, nous dit-il, ont cru voir dans les animaux que l'on désigne sous le nom de Protozoaires une sorte de cellule animale, c'est-à-dire l'organe élémentaire, le principe et le début de tout corps organisé, tel qu'on le trouve dans la cellule végétale. Dans cette hypothèse, les Protozoaires seraient les cellulaires du règne animal, comme les algues et les champignons sont les cellulaires du règne végétal. Cette idée a le tort d'avoir été conçue sous l'empire de la théorie pure. « En réalité, disent MM. Paul Gervais et Van Beneden, les animaux auxquels on l'étend ne ressemblent que rarement à des cellules élémentaires (1). »

Il nous reste à étudier, mais avec plus de détails peut-être, — car la question est plus difficile, — les individus du règne végétal qui pourraient présenter quelque analogie avec les animaux.

C'est principalement dans les degrés inférieurs de l'échelle végétale qu'il nous faut aller chercher ces êtres litigieux, à caractères indécis, que des naturalistes prétendent assimiler entièrement à l'animal. Les algues occupent en effet le dernier rang dans l'empire organique. Simples agrégats de cellules, dépourvues de tout système vasculaire, elles n'ont pour ainsi dire pas de formes déterminées. Leurs dimensions sont extrêmement variées. Il en est qui peuvent atteindre une longueur de 500 mètres, le *Macrocystis pirifera* par exemple. D'autres sont constituées par une cellule unique, simple mem-

(1) L. Figuier, *Zoophytes et mollusques*, p. 7.

brane renfermant un granule microscopique lequel, à un moment donné, rompt son enveloppe pour donner naissance à de nouvelles plantules : tel est le *Protococcus nivalis*, ainsi nommé parce que la neige lui doit la couleur rouge qu'elle revêt parfois.

Ce qu'il nous importe avant tout d'étudier chez les algues c'est leur mode de reproduction. Elles se propagent pour la plupart à l'aide de spores. Les spores sont de petits corpuscules qui jouent chez les cryptogames un rôle analogue à celui des graines chez les végétaux supérieurs. Elles sont renfermées dans des cellules qui portent les noms de *sporanges* ou de *sporidies* selon qu'elles contiennent un seul ou plusieurs de ces granules. Ce sont ces corpuscules microscopiques que l'on veut assimiler aux animaux. Chez certaines algues en effet ils sont, à leur sortie de la cellule-mère, animés de mouvements propres, analogues à ceux des infusoires. Munis de cils vibratiles réunis en un seul faisceau ou dispersés sur toute leur surface, ils nagent dans l'eau en tournant sur eux-mêmes pendant quelques minutes ou même quelques heures et vont enfin se fixer sur un corps étranger pour y germer et donner naissance à de nouvelles algues. Cette ressemblance avec des animalcules leur a valu le nom de *zoospores*.

Mais il est des algues chez lesquelles la reproduction est véritablement sexuelle ; c'est dire que leurs spores, alors immobiles, ont besoin d'être fécondées pour germer et reproduire le végétal. Telles sont les Fucacées. Les agents fécondateurs, petits corpuscules analogues aux spores dont nous venons de parler, sont comme elles doués de mouvements propres : de là leur nom d'*anthérozoïdes*. Ils sont logés dans des cellules-mères qui portent le nom d'*anthéridies*.

La fécondation par les anthérozoïdes s'opère de deux manières. « Tantôt, comme chez les Fucacées, l'anthérozoïde sort de l'anthéridie, va à la rencontre de la spore qui elle-même a été expulsée du sporange ; l'anthérozoïde s'applique sur la spore, celle-ci se revêt d'une membrane propre, et la

fécondation est opérée; elle a lieu dans l'eau et en dehors de la plante-mère, de la même manière que se fait la fécondation des œufs de poissons. Tantôt comme chez quelques conferves, chez les œdogoniées, les vauchériées, l'anthérozoïde pénètre dans la cellule-mère et la fécondation a lieu dans l'intérieur de l'organe femelle (1). »

Le mode de fécondation est donc varié chez les algues; mais, chez toutes, le corpuscule fécondateur est doué de mouvements comparables à ceux des zoospores, quoique beaucoup plus rapides et aussi beaucoup plus durables, puisqu'ils ne cessent souvent qu'au bout de deux ou trois jours.

Que penser de ces mouvements propres aux zoospores et aux anthérozoïdes, aux corpuscules germinateurs et fécondateurs des algues? Faut-il y voir des mouvements autonomiques et volontaires tout à fait analogues à ceux des infusoires? A cette question les botanistes allemands répondent presque tous par l'affirmative. Pour eux les algues sont des végétaux qui possèdent d'abord une vie animale, de même que les animaux commencent par une vie toute végétative. Plus réservés dans leurs vues sont les botanistes français. Loin de se prononcer pour l'animalité de ces êtres, la plupart sont au contraire très affirmatifs pour l'opinion contraire. Les zoospores, nous dit l'un d'eux, «sont des cellules végétales remplies d'endochrome qui n'ont rien d'animal à aucune période de leur vie. Quiconque les a observés les distingue bientôt, à leurs allures, des infusoires qui les accompagnent. On voit qu'une volonté dirige les mouvements des infusoires, ils nagent vite ou lentement, *s'arrêtent et jouent évidemment entre eux*. Les zoospores se meuvent beaucoup plus régulièrement et ne s'arrêtent qu'au moment de germer (2). »

L'importance de la question mérite que nous nous y arrêtions un instant. La distinction des infusoires et des corps

(1) Richard. *Nouveaux éléments de botanique*, 1870.
(2) Richard, *loc. cit.*, p. 367.

reproducteurs et fécondateurs des cryptogames constitue en réalité le point capital de cette étude, et nous pouvons mieux faire que de l'appuyer simplement sur des autorités, si éminentes qu'elles soient.

Pour que le mouvement soit un *criterium* de la sensibilité et par conséquent de l'animalité, il faut, avons-nous dit, qu'il soit volontaire, et il n'est volontaire qu'autant qu'il y a choix. Or, à quels signes peut-on constater l'existence de cette faculté de choisir?

Si les mouvements sont irréguliers, si les êtres que l'on examine, placés dans un même milieu et soumis aux mêmes influences physiques, se meuvent dans des directions différentes, s'ils s'arrêtent pour reprendre ensuite leur course, si tour à tour et d'une façon irrégulière, ils ralentissent ou accélèrent leurs mouvements, s'ils paraissent éviter des obstacles et jouer entre eux, en un mot, s'il y a *intermittence* de mouvements et *diversité* de direction, l'on ne saurait avoir de doute, les êtres auxquels l'on a affaire agissent sous l'empire d'une volonté : ce sont donc des animaux. Tels sont en effet les infusoires. Mais retrouve-t-on ces caractères chez les zoospores et les anthérozoïdes des algues?

Au dire de certains naturalistes, on en retrouve quelques-uns; c'est ainsi que ces êtres prendraient parfois des directions variées, sans autre raison apparente que leur volonté. Mais l'impulsion qu'ils ont reçue au sortir de la cellule-mère suffit pour expliquer mécaniquement cette diversité de direction.

Il peut arriver encore que ces corpuscules simulent à l'observation microscopique une sorte d'hésitation ou des changements spontanés de direction; « mais le plus souvent, nous dit le botaniste précédemment cité, ces apparences sont dues à l'effet de courants développés sur le porte-objet du microscope par l'évaporation de l'eau, courants qui accélèrent ou contrarient le sens primitif du mouvement. » M. Thuret, aux travaux duquel nous devons en grande partie les récents progrès de la botanique cryptogamique,

reconnaît également que les phénomènes que l'on observe au microscope peuvent bien ne pas toujours se produire dans la nature.

Ajoutons que, plus d'une fois sans doute, l'on a pris de véritables infusoires pour les corpuscules reproducteurs et fécondateurs des algues et réciproquement. De là le peu d'accord des observateurs touchant les caractères des uns et des autres. Il en est un cependant chez ces derniers qui n'est guère contesté, c'est la régularité de leur mouvement.

Un savant botaniste, M. de Seynes, compare ce mouvement à celui d'un ressort qui se détend. On ne les verra pas se reposer et nager tour à tour, comme feraient des infusoires ; s'ils s'arrêtent une fois, c'est pour toujours. Or, puisqu'ici nous ne pouvons raisonner que par analogie, de quelle nature sont en nous-mêmes les mouvements réguliers, les seuls que l'on puisse leur comparer, ceux du cœur par exemple? sont-ils volontaires? Nullement; ils sont produits par le jeu d'organes sur lesquels la volonté n'a aucune action et sont purement automatiques. Pourquoi donc affirmer que des mouvements analogues dans des êtres inférieurs sont l'indice d'une volonté?

Il est un fait, du reste, que l'on ne saurait oublier; c'est que tous les corps organiques ou inorganiques, réduits à un état de ténuité extrême, exécutent dans les liquides des mouvements que l'on a appelés *browniens*, du nom du savant qui en a le premier reconnu la nature, mouvements purement mécaniques, mais que l'on pourrait confondre, que l'on a même confondus longtemps avec des mouvements volontaires ou du moins organiques. C'est en se fondant sur ces apparences trompeuses que certains naturalistes prenaient autrefois pour des animalcules les granules polliniques des phanérogames. Il est actuellement prouvé que ces mouvements n'étaient nullement l'indice d'une volonté ni même d'une vitalité quelconque ; mais l'erreur n'en est pas moins possible encore dans bien des cas, et il pourrait se faire que certains de ces mouvements prétendus volontaires observés chez les

algues ne fussent pas même organiques, mais un simple effet d'une cause générale et toute physique.

Il faut observer en outre, avec M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire qu'il existe une analogie frappante entre les êtres dont nous nous occupons et les spermatozoïdes ou corpuscules fécondateurs des animaux. Or l'on est assez unanime aujourd'hui à ne plus considérer ces derniers comme de véritables animaux. Ce sont, nous dit Buffon, le premier naturaliste qui ait nié leur animalité, « des parties organiques qui, comme des machines artificielles, produisent dans un temps leur effet, d'une manière continue ; et qui s'arrêtent lorsque cet effet est produit. » Cette définition convient également aux zoospores et aux anthérozoïdes. Pourquoi donc ne pas les assimiler complétement aux spermatozoïdes quant à leur véritable nature? Il est vrai qu'ils sont munis de cils vibratiles: mais, dirons-nous avec M. Is. Geoffroy Saint-Hilaire, « une différence de mécanisme n'implique pas nécessairement une différence de cause et de nature, et de ce qu'un mouvement si bien comparable d'ailleurs à celui des spermatozoïdes est dû à des vibrations ciliaires il ne résulte nullement que les arguments de Buffon cessent de lui être applicables, qu'on doive le tenir pour autonomique et qu'il faille placer parmi les infusoires le corps qui le produit. Une telle conséquence serait manifestement contraire à la logique, et elle ne le serait pas moins à tout ce que l'observation nous a appris depuis un quart de siècle sur les cils vibratiles et sur le véritable caractère des mouvements dont ils sont les agents. Non-seulement, en zoologie, on rencontre à chaque instant des exemples de mouvements partiels produits à la surface des corps ou des membranes muqueuses par des vibrations ciliaires manifestement automatiques; mais souvent même on observe des mouvements généraux et de translation qui ont la même cause et sont de même nature. Tous les micrographes, tous les physiologistes au courant de la science savent combien il est peu rare de voir des cils et des lambeaux ciliés accidentellement détachés d'un embryon ou même d'un ani-

mal adulte, conserver temporairement leur activité vitale, au point de nager dans l'eau pendant des heures entières à la manière des infusoires. Ces parcelles, ces débris d'animaux n'ont pas manqué d'être pris, eux aussi, pour des êtres doués d'une vie propre et individuelle et se mouvant volontairement, en un mot pour des animaux entiers, pour des infusoires; mais dans la plupart des cas leur origine, et par suite leur véritable nature, n'ont pas tardé à être reconnues; si bien que personne ne voit plus en eux que des exemples, et ceux-ci incontestables, d'une locomotion déterminée par le jeu seulement automatique d'organes ciliaires. Singuliers êtres vivants, animés et pourtant non véritablement animaux, auxquels M. Dujardin a déjà comparé les spermatozoïdes, et dont on peut rapprocher aussi, au point de vue où nous les considérons en ce moment, les anthérozoïdes et les spores. Quelque différents qu'ils soient d'ailleurs, nous voyons des vibrations ciliaires produire également chez ces parcelles animales et chez ces corpuscules reproducteurs, cette action temporaire continue si justement comparée par Buffon à celle d'une machine qui épuise son effet avant de s'arrêter; si bien qu'où cesse l'analogie des mouvements des corpuscules fécondateurs et germinateurs végétaux avec ceux des corpuscules germinateurs animaux, la présence même des cils en crée une autre qui n'est ni moins remarquable ni moins favorable à cette conclusion.

« La locomotion prétendue volontaire des spores et des anthérozoïdes n'est, comme tous les mouvements propres des végétaux, que le résultat d'une action vitale automatique, un phénomène purement organique et nullement animal (1). »

Cette citation nous dispense d'avoir recours à d'autres arguments. Reproduire une telle page, ce n'est pas seulement s'appuyer sur l'autorité d'un nom justement respecté dans les sciences naturelles, c'est emprunter à son auteur une force d'argumentation et une netteté de langage que

(1) *Histoire naturelle générale*, II, p. 155.

nous n'aurions su imiter. M. Isid. Geoffroy Saint-Hilaire a retourné contre ses adversaires les armes dirigées contre lui. A une raison d'analogie il a répondu par une raison d'analogie. On lui objectait la ressemblance frappante que présentent les zoospores et les anthérozoïdes avec des animaux : il a montré qu'ils ressemblaient plus encore à certains corpuscules auxquels on ne saurait cependant attribuer l'animalité, aux spermatozoïdes d'une part et, de l'autre, aux parcelles ciliées et mobiles des embryons et des animaux inférieurs.

La question nous semble donc résolue : les mouvements des corpuscules observés chez les cryptogames ne sont point volontaires, mais purement automatiques, sinon simplement mécaniques ; et il reste toujours vrai de dire avec Buffon que « jamais l'on n'a vu de végétal produire un animal. » Un tel mode de reproduction serait, du reste, tellement en dehors des opérations ordinaires de la nature qu'on ne pourrait raisonnablement le supposer *a priori ;* il faudrait, pour nous le faire admettre, des faits mieux établis que ceux que l'on allègue. C'est par le connu qu'on juge de l'inconnu ; c'est à l'aide de notions certaines qu'on dissipe les doutes. Or l'on sait que les animaux et les végétaux chez lesquels l'observation est facile ne donnent naissance qu'à des êtres semblables à eux; ainsi en est-il sans doute des êtres placés aux derniers degrés de l'échelle organique. Ne serait-il pas d'ailleurs extrêmement étrange que des plantes d'une même famille reproduisissent les unes des animaux, les autres des végétaux? C'est là cependant ce qui aurait lieu si l'on en croyait les botanistes allemands; car toutes les spores des algues ne sont pas mobiles. Une telle conséquence n'est-elle pas à elle seule la réfutation de son principe?

Il nous reste à jeter un rapide coup-d'œil sur d'autres phénomènes non moins intéressants que l'on observe dans des végétaux d'un ordre généralement plus élevé, et que l'on pourrait être tenté d'assimiler complétement à des phéno-

mènes analogues du règne animal : nous voulons parler des *mouvements* partiels *des plantes*. Parmi ces mouvements il en est d'habituels, de périodiques et d'accidentels. Il nous suffira de signaler les plus remarquables.

Le sainfoin oscillant *(Desmodium gyrans)* nous fournit un exemple frappant de mouvements *habituels*. Cette plante originaire du Bengale a des feuilles composées de trois folioles qui toutes trois exécutent des mouvements étranges. Les deux folioles latérales s'abaissent et s'élèvent alternativement par petites saccades et de façon que l'une monte pendant que l'autre descend. Celle du milieu, beaucoup plus grande, s'incline tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, mais d'une façon continue et très lente. Ce mouvement s'exécute jour et nuit et ne cesse qu'avec la vie de la plante.

On rencontre parmi les algues, chez les oscillaires, des phénomènes analogues, mais encore imparfaitement connus. Quant à la prétendue locomotion de la *Neptunia natans*, d'un grand nombre d'algues et d'autres plantes aquatiques, elle n'existe que dans l'imagination de certains botanistes. Des observations mal faites sont la cause de cette erreur.

Comme exemple de mouvement *périodique* nous pouvons citer celui de la *Vallisneria spiralis*. Rien de plus étrange que la façon dont s'accomplit la fécondation chez cette plante. Très commune dans les eaux douces du midi de la France, chantée par les poëtes, depuis longtemps étudiée par les naturalistes, la Vallisnérie est assez connue pour qu'il ne reste aucun doute sur la réalité des faits qu'on lui attribue. Voici ces faits :

La Vallisnérie, plante dioïque, c'est-à-dire à individus mâle et femelle existant séparément, passe la plus grande partie de l'année cachée sous les eaux. Le pédoncule de la fleur mâle est très court; celui de la fleur femelle est au contraire très long et contourné en spirale. Lorsque la belle saison arrive, cette spirale se déroule et la fleur pistilaire vient s'épanouir au-dessus des eaux. Au bout de quelques jours, lorsque l'épanouissement est complet, on voit la fleur

mâle ou staminaire se détacher de son pédoncule et venir rejoindre à la surface de l'eau la fleur femelle qui paraît l'attendre. Une fois la fécondation opérée, le pédoncule de la fleur pistilaire resserre ses tours de spire et la plante disparaît de nouveau sous les eaux.

Avant de nous arrêter à l'explication de ces phénomènes singuliers, il nous faut dire un mot de phénomènes plus merveilleux encore : nous voulons parler des mouvements *accidentels* que l'on observe chez diverses plantes, spécialement chez la sensitive et la dionée attrape-mouche. La sensitive, à laquelle on a donné en botanique le nom poétique et mérité de *Mimosa pudica*, imite réellement certains mouvements volontaires des animaux. Si l'on vient à toucher l'une de ses folioles, cette foliole et celles qui sont situées sur le même pétiole commun s'inclinent et se fixent l'une après l'autre sur leur support; si le choc est assez fort les rameaux s'appliquent eux-mêmes sur la tige. L'irritation n'est donc pas purement locale, mais se communique de proche en proche. Elle est proportionnée à la vigueur de la plante et à l'élévation de la température.

Lorsque les chocs que l'on fait subir à la sensitive sont souvent répétés, ses mouvements deviennent graduellement plus lents et finissent par disparaître. Il semble qu'elle s'habitue aux secousses. Lorsqu'on la transporte en voiture, ses folioles, après s'être fermées aux premiers ébranlements du véhicule, se rouvrent bientôt et demeurent étendues malgré la continuation des secousses. Le vent, la pluie, l'obscurité de la nuit, l'électricité, les irritations chimiques occasionnent également la fermeture de ses feuilles et l'abaissement de ses pétioles.

Il est à remarquer que tous ces mouvements de la sensitive s'opèrent sans que le limbe de ses folioles se courbe ou se crispe aucunement. La faculté contractile semble résider dans des renflements ou bourrelets cylindroïdes, situés au point d'insertion des folioles sur le pétiole et du pétiole sur la tige. Lorsque l'on irrite ces parties, le mouvement que

l'on détermine chez la plante se manifeste en effet avec beaucoup plus d'intensité.

La dionée attrape-mouche (*Dionæa muscipula*) plante originaire de l'Amérique septentrionale, exécute des mouvements analogues déterminés également par des causes extérieures. Un insecte vient-il à se poser sur une de ses feuilles, attiré par une liqueur visqueuse qu'elle sécrète ; aussitôt les deux lobes de cette feuille s'appliquent l'un contre l'autre, comme les deux valves d'une coquille et retiennent l'insecte prisonnier ou même le tuent à l'aide des cils raides et allongés qui garnissent leur pourtour. Les mouvements que fait l'animal pour se dégager ne font qu'accroître l'adhérence des deux lobes : on romprait la feuille plutôt que de la forcer à s'ouvrir, mais dès que l'insecte est mort ou qu'il a cessé ses mouvements,les lobes s'écartent d'eux-mêmes.

Voilà certes des phénomènes fort remarquables, et qui nous rappellent ceux que nous observons tous les jours dans le monde animal. Il ne faudrait pas cependant se méprendre sur leur véritable nature. Si l'on en croyait les descriptions plus romanesques que scientifiques de certains naturalistes, ces mouvements des végétaux se produiraient comme chez nous sous l'empire d'une volonté. Il n'en est rien pourtant; un abîme sépare les deux ordres de phénomènes.

Nous avons dit qu'il existait, même chez l'homme, certains mouvements parfaitement involontaires, qui n'étaient que le résultat du jeu des organes, et que le caractère essentiel de ces mouvements, appelés pour cela organiques ou automatiques, était la régularité. Or, ce caractère appartient essentiellement aux mouvements que nous avons appelés habituels et dont le sainfoin oscillant nous a fourni un exemple. Il ne sera pas inutile d'invoquer à ce sujet l'autorité de Geoffroy Saint-Hilaire. « La continuité d'action ou la répétition habituelle, nous dit-il, sont par excellence les caractères de l'automatisme. Où elles existent, et par cela même qu'elles existent, on ne saurait admettre la spontanéité, le choix, l'autonomie. Bien que nous ne puissions expliquer les

oscillations des folioles du *Desmodium* comme nous expliquons les battements de notre cœur, nous sommes donc fondés à dire les unes, au même titre que les autres, organiques ou automatiques, c'est-à-dire simplement produites par le jeu d'organes agissant à part toute intervention de la volonté et sans que l'être dont ils contribuent à entretenir la vie en ait conscience (1). »

Les mouvements périodiques des végétaux, ceux surtout qui accompagnent la fécondation des plantes, prêtent davantage à l'illusion. On a vu par quelle coïncidence remarquable la fleur femelle de la Vallisnérie, retenue captive au fond de l'eau, déroule sa spirale pour venir rejoindre à la surface la fleur mâle détachée de sa tige. Mais ici surtout il faut se défier de l'exactitude des descriptions. Dégagés des enjolivements, poétiques peut-être, mais assurément peu scientifiques, dont on les accompagne ordinairement, les faits n'ont en eux-mêmes rien d'aussi merveilleux ni d'aussi inexplicable qu'on serait tenté de le croire au premier abord. Loin d'être volontaire, le mouvement par suite duquel la plante femelle apparaît à la surface de l'eau n'est pas même vital : c'est un simple effet physique résultant des lois de la gravitation. « Les fleurs femelles, nous dit l'éminent naturaliste déjà cité, ne se portent pas en réalité à la surface de l'eau ; elles y sont portées en raison de leur légèreté spécifique. C'est là l'explication très simple et aujourd'hui incontestée des prétendus instincts de la fleur *animée* de la Vallisnérie. » Quant à la fécondation qui s'opère ensuite, elle est due, comme chez les autres plantes, au hasard des circonstances extérieures ou, ce qui n'est pas prouvé, à une attraction quelconque qui n'aurait, en tout cas, rien de volontaire.

Il ne faut pas oublier en effet que, même chez les animaux, les phénomènes qui accompagnent la reproduction sont absolument indépendants de la volonté. Il n'y a de volontaires, en ce qui concerne cette fonction, que les actes par lesquels

(1) Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, *loc. cit.* p. 144.

les sexes se recherchent. Or c'est précisément cette recherche des sexes que l'on ne retrouve pas chez les végétaux. Nous le répétons, même chez la Vallisnérie, la rencontre des organes mâle et femelle est due au hasard des circonstances ou à une force purement physique. Quant à la rentrée sous l'eau de la plante femelle après la fécondation, c'est encore un phénomène purement physique tout à fait étranger à une volonté quelconque. « C'est une erreur de croire, dit M. Chatin dans un savant mémoire lu à l'Académie des Sciences, que la fleur femelle ne rentre sous l'eau que parce qu'elle a été fécondée; attendu que la formation de la spirale (et par suite le retrait de la fleur) a fatalement lieu après l'époque de la floraison. »

Les considérations qui précèdent nous dispensent d'insister sur les mouvements qui accompagnent la fécondation chez un très grand nombre de plantes. Ces phénomènes, involontaires et automatiques chez les animaux, ne seront évidemment pas volontaires chez les végétaux.

Les mouvements accidentels que nous avons observés principalement chez la sensitive n'ont pas encore reçu d'explication satisfaisante. Quoi qu'il en soit, il est impossible de voir dans ces mouvements des actes de sensibilité réelle. « On ne doit y voir autre chose, dirons-nous avec M. Paul Gervais, qu'une exagération de l'irritabilité propre à tous les êtres vivants, et point du tout un fait d'innervation comparable dans sa nature à ce qui se passe chez les animaux. »

Ne serait-il pas extrêmement étrange en effet que la sensitive fût douée des attributs ordinaires de l'animalité, du mouvement volontaire et d'une sensibilité réelle, pendant que des espèces du même genre, de véritables mimeuses en sont dépourvues?

Mais il est aussi des raisons d'analogie qui nous obligent à repousser toute idée de sensibilité chez cette plante. Les phénomènes que provoque un choc quelconque chez la sensitive sont les mêmes que ceux qui résultent de l'obscurité de la nuit et qui alors constituent ce qu'on a improprement appelé *le sommeil des plantes*.

Or le sommeil des plantes se rattache à ces mouvements périodiques dont la régularité démontre la nature organique et involontaire ; car il est prouvé que la volonté n'a aucune action sur les mouvements réguliers analogues aux mouvements automatiques que nous constatons en nous-mêmes. Il importe peu, évidemment, que ces mouvements soient continus, comme ceux que nous avons remarqués dans le sainfoin oscillant, ou intermittents, comme ceux dont il est ici question. Dans l'un et dans l'autre cas, ils sont périodiques et, par conséquent, organiques. L'écoulement des sucs digestifs, qui s'opère dans l'organisme animal seulement au moment où leur intervention est nécessaire, est une fonction tout aussi involontaire, quoique intermittente, que le fonctionnement physiologique du cœur. A plus forte raison les phénomènes beaucoup plus réguliers qui constituent le sommeil des plantes ne sauraient être l'effet et l'indice d'une volonté.

Si donc le resserrement des feuilles et l'abaissement du pétiole, qui s'effectuent pendant la nuit chez la sensitive, comme chez un grand nombre d'autres plantes, ne sont pas des mouvements volontaires, comment les mêmes mouvements provoqués pendant le jour soit par un choc, soit par une obscurité artificielle, soit par un ébranlement quelconque, le seraient-ils? Il serait peu rationnel de prétendre que, purement automatiques dans un cas, ils sont, dans l'autre, l'effet de la volonté et supposent une sensibilité réelle.

L'argument qui précède nous semble assez concluant pour qu'il ne reste plus aucun doute sur la nature purement organique des mouvements de prétendue sensibilité constatés chez la sensitive. Or ces mouvements sont tout à fait analogues à ceux que nous avons observés chez la dionée attrape-mouche *(Dionœa muscipula)*. Il est vrai que, dans ce dernier cas, ils paraissent être plus rapides ; mais le plus ou moins de rapidité d'un mouvement ne saurait évidemment en changer la nature. Dans l'un comme dans l'autre cas, c'est donc à des mouvements involontaires que nous avons affaire. Ajoutons que si ces mouvements accidentels des plantes étaient volon-

taires, il serait fort étrange qu'ils ne se produisent jamais que sous l'influence d'une excitation extérieure. Les animaux n'ont pas besoin pour agir de cette excitation extérieure ; bien souvent aucune cause apparente ne commande leurs mouvements, et c'est là un caractère essentiel qui les distingue des végétaux.

Nous avons parlé du sommeil des plantes. Disons en terminant que ce mot donne une fausse idée du phénomène qu'il désigne. Le prétendu sommeil des végétaux n'est pas un état de repos. « Il faut remarquer, dit de Candolle, que ce terme emprunté au règne animal, ne représente pas les mêmes idées dans les deux règnes. Dans les animaux, le sommeil indique un état de flaccidité des membres, de souplesse des articulations : dans les végétaux il indique bien un changement d'état, mais la position nocturne est déterminée avec le même degré de rigidité et de consistance que la position diurne; on romprait la feuille endormie plutôt que de la maintenir dans la position qui lui est propre pendant le jour. »

Nous avons achevé notre étude sur les caractères distinctifs des deux règnes organiques. Résumons-nous.

Ce serait en vain que l'on s'appuierait sur des manifestations vitales appelées fonctions de la vie organique pour différencier les deux règnes. Non-seulement ces diverses fonctions se retrouvent chez l'un et l'autre, mais elles s'y exercent dans des conditions analogues et le plus souvent de la même manière. L'on avait admis jusqu'ici que le mode de respiration chez les plantes diffère essentiellement du mode de respiration des animaux. De récents travaux et des observations répétées ont prouvé que cet antagonisme n'existait pas. Il en est de même de la composition chimique des deux séries d'êtres. La science a démontré que les matières albuminoïdes ou azotées n'appartiennent pas exclusivement à l'animal, mais qu'elles entrent aussi dans la constitution de la plante.

Il n'y a de fonctions véritablement caractéristiques de l'animalité que celles qui se rapportent à la faculté de sentir. Caractérisée par le mouvement volontaire, reconnaissable

lui-même à son irrégularité et à son intermittence, la sensibilité existe chez tous les animaux et n'existe que chez eux. Nous l'avons retrouvée dans les êtres les plus simples de la série animale, dans les polypes, dans les spongiaires et dans l'amibe. Au contraire nous en avons constaté l'absence dans tout le règne végétal, même dans ces plantes dont les mouvements étranges seraient surtout de nature à faire illusion. Loin de nous assurément la pensée de prétendre qu'il soit toujours facile de distinguer, dans la pratique, le mouvement volontaire du mouvement organique, et par suite l'animal du végétal. Il y a des cas où, au premier abord, l'on peut hésiter. Néanmoins la distinction entre les deux groupes d'êtres existe nette et précise, et toujours des observations suivies finissent par la saisir ; toute la difficulté qu'on éprouve à le faire doit être attribuée à l'imperfection de nos moyens d'investigation.

Et maintenant que conclure de cette étude, sinon qu'un abîme sépare les deux règnes organiques, abîme que tous les efforts d'une science aveuglée par de fanatiques préjugés ne parviendront jamais à combler. Déjà plus d'un siècle s'est écoulé depuis que le naturaliste Bonnet, l'un des fondateurs du système que nous combattons, a publié son Échelle des êtres. Tombées sous le coup de la défaveur publique, lors de la résurrection scientifique qui marqua le commencement de notre siècle, ses idées modifiées ont été reprises par certains naturalistes de nos jours, qui y voient la justification de leurs théories transformistes. Mais déjà la vraie science, cette science qui ne déduit ses théories que de faits bien établis, a fait justice de ces systèmes préconçus, ou plutôt, démêlant la vérité de l'erreur, elle en a tiré cette importante conclusion que tous les êtres vivants ont été formés sur un plan unique, essentiellement le même dans son principe, mais varié de mille manières dans ses parties accessoires.

La variété dans l'unité : telle est en effet l'idée qui ressort de l'étude que nous avons entreprise. « A mesure que nous avançons dans la connaissance des êtres organisés, a dit un

naturaliste jadis célèbre mais aujourd'hui oublié, le botaniste Turpin, à mesure que nous les comparons mieux les uns aux autres, soit dans leur tout, soit simplement dans leurs parties, nous acquérons de plus en plus cette conviction que tous sont en plein rapport, en pleine analogie; que tous n'offrent entre eux que des gradations insensibles; que tous s'expliquent les uns par les autres et qu'enfin le seul merveilleux qu'ils présentent se trouve dans le plan unique d'organisation auquel tous sont assujettis de manière à ne présenter, dans leur étude, que distinction d'une part et ressemblance de l'autre. »

L'Abbé Hamard,
Prêtre de l'Oratoire de Rennes.

PHÉNOMÈNES

THERMIQUES ET ÉLECTRIQUES [1].

Messieurs,

Après avoir consacré une année entière à l'étude approfondie des faits de la chaleur, et surtout de cette théorie féconde qui les coordonne et les relie entre eux, la théorie mécanique de la chaleur, nous abordons un nouvel ordre de phénomènes, les phénomènes électriques.

C'était il y a trente ans l'objet d'une science parfaitement distincte : la chaleur et l'électricité formaient alors deux chapitres de la physique générale entre lesquels le professeur n'osait guère chercher de lien. Aujourd'hui au contraire, les progrès de la science nous ont révélé tant de relations entre ces deux branches, l'expérience nous a fait constater tant de lois identiques, que la comparaison de ces phénomènes analogues s'impose à notre étude : les théorèmes relatifs à l'un et l'autre état, thermique ou électrique, se correspondent,

(1) Leçon d'ouverture du cours de *Physique mécanique* à l'Université catholique de Lille.

l'analyse appliquée par Poisson et Fourier conduit aux mêmes équations, les formules fondamentales sont communes aux deux sciences, bref, l'identité d'effets, si ce n'est de cause, est frappante, et je renoncerais à l'un des plus puissants moyens d'enseignement et de démonstration, si je n'établissais tout d'abord un parallèle entre la chaleur et l'électricité.

La question pourrait être portée plus haut, et l'occasion est certes bien séduisante de traiter dans cette première leçon de l'empire universel des lois de la mécanique : car c'est à la mécanique que revient ce titre dont on abuse quelquefois de *science maîtresse*. C'est elle qui régit tous les phénomènes physiques; c'est par elle que s'est révélé le principe de la conservation de l'énergie, qui est peut-être la plus grande découverte faite par l'esprit humain en ce siècle. La *physique* est ainsi devenue forcément *mécanique* (l'enseigne sous laquelle nous marchons vous le dit assez du reste), et la notion de l'énergie et du potentiel nous est indispensable, aussi bien que l'énoncé du principe des forces vives, pour suivre les progrès de la science!

Mais le thème splendide de l'unité des forces physiques ne saurait être traité en une heure; des généralités vagues, formulées sans le concours de l'analyse, ne seraient d'aucun profit pour vous, j'ajouterai même que ces lieux communs ne vous présenteraient qu'un intérêt médiocre; car ces belles théories, en tombant dans le domaine des conférenciers habiles, désireux d'émerveiller leur public, ont subi le sort des œuvres du *maëstro*, qu'un instrument automatique redit trop souvent à nos oreilles agacées! Je me garderai de cet écueil, Messieurs, me bornant à vous démontrer un fait, très important en lui-même et par ses conséquences; à savoir que les théorèmes principaux de l'électricité peuvent se déduire des lois de la chaleur, par comparaison et par analogie.

Cette leçon sera une leçon de transition; un pont jeté par dessus vos vacances, entre notre dernière leçon de thermodynamique et notre première d'électricité.

I.

Je finissais par la théorie des moteurs thermiques : deux types vous ont été décrits longuement, la machine à vapeur et la machine à air chaud. Mais il en est une troisième espèce, que je n'ai fait que vous signaler, quoiqu'elle fût réellement une machine thermique, voire même la plus parfaite de toutes : je veux dire la machine électro-magnétique. Cette assimilation vous étonne peut-être ; elle est néanmoins parfaitement légitime, et il me sera aisé de vous le démontrer.

En effet, de quoi se compose essentiellement une machine thermique? D'un foyer, alimenté de combustible, où se produit de la chaleur, laquelle traverse un appareil où elle se transforme en travail.

Or, nous trouvons tous ces éléments dans le moteur électro-magnétique. Son foyer, c'est la pile : si je vous présentais notre grande pile thermo-électrique Clamond, de 400 éléments, chauffée au gaz, l'évidence serait frappante; mais vous m'accuseriez d'abuser des richesses de notre laboratoire. Non, je parle de cette pile Bunsen : je n'y brûle ni charbon, ni gaz, ni aucun carbure, mais un métal, du zinc. C'est un foyer, portez-y la main, vous en serez convaincu : la combustion du zinc se fait au sein de ce liquide. Où s'opère la transformation de la chaleur en travail? Dans ces électro-aimants, qui correspondent au cylindre des machines thermiques vulgaires : comme dans celles-ci, vous y trouvez deux types, à mouvement alternatif de va-et-vient, et à rotation continue. La machine Froment est de ce dernier type ; une machine a été construite dans le premier genre, pour la Sorbonne, par M. Bourbouze, et dans cette copie servile de la machine de Cornwall, rien ne manque, pas même le balancier.

L'analogie est complète, et elle se poursuit jusque dans cet organe ingénieux inventé, dit-on, par la paresse du jeune Potter, le tiroir mû par un excentrique. Une plaque d'ivoire isolante, dans laquelle est incrustée une lame conductrice

nous représente exactement la coquille de Watt ; la lame de métal qui livre passage au fluide fait l'office du canal qui correspond aux lumières du cylindre, et, de même que le tiroir distribue alternativement la vapeur sur les deux faces du piston, de même ce *distributeur* ouvre l'un ou l'autre électro-aimant au flux électrique.

Dans la machine Froment, c'est une molette qui opère l'interruption et la commutation du courant, et il ne faut pas un grand effort d'imagination pour trouver de la ressemblance entre cet organe et celui qui est employé dans les machines rotatives de Pilliner et Hill, ou de Behrens.

Mais c'est ici le petit côté de la question, je n'y insiste pas ; je frapperai plus vivement vos intelligences en vous montrant que le principe fondamental des deux moteurs est identiquement le même. Ce principe est la première proposition de la thermodynamique, qui formule l'équivalence du travail et de la chaleur. Tout travail produit est le prix d'une certaine quantité de chaleur ; le rapport de cette quantité de chaleur disparue au travail produit est constant, d'après le théorème de Carnot, quelle que soit la nature du corps. Mais nous ne pouvons opérer cette transformation d'une manière continue qu'à la condition de disposer d'une source supérieure de chaleur et d'un réservoir inférieur, c'est-à-dire d'une différence de température, de même qu'un industriel ne peut tirer parti d'un cours d'eau que s'il dispose d'une certaine hauteur de chute. Ce peu de mots renferme toute la théorie des moteurs thermiques.

Le génie de Watt avait créé la machine à vapeur de toutes pièces, avec une profondeur de vues et une précision de détails qui nous surprend et nous ravit encore aujourd'hui : mais c'était par intuition, car il ignorait cette théorie fondamentale que je viens de résumer, et nous pouvons dire sans manquer au respect dû à cette vaste intelligence, que Watt ne comprenait pas son œuvre. En 1824, un jeune polytechnicien récemment sorti de l'école, Sadi Carnot, raisonnant dans l'hypothèse de la théorie matérielle de la chaleur, énon-

çait le théorème qui porte son nom; ses « *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* » passèrent inaperçues, et cependant la considération du cycle fermé d'opérations est l'idée-mère de la thermodynamique, aussi bien que l'équivalence du travail et de la chaleur en est le principe fondamental. Mais Carnot croyait la chaleur indestructible, et il attribuait le travail mécanique au passage de la chaleur d'une source à l'autre, à une chute de poids thermique ; la solution vraie du problème lui échappait donc.

Des savants vinrent après lui, qui, profitant des découvertes du Dr Mayer, de Colding et de Joule corrigèrent les idées qu'on se faisait de la chaleur, et élevèrent l'édifice que nous admirons aujourd'hui : leurs noms sont connus, Clausius, Macquorn Rankine, William Thomson, Helmholtz. Mais il revenait à un ingénieur, doublé d'un physicien et d'un savant, de constater expérimentalement qu'il sort moins de chaleur du cylindre d'une machine à vapeur qu'il n'y en entre, et de démontrer victorieusement que cette différence est proportionnelle au travail produit. Le jour de cette mémorable expérience de M. Hirn, la machine thermique était comprise.

Ces quelques notions, que j'ai cru devoir vous rappeler, étaient nécessaires à l'intelligence de ce qui suit : elles nous permettront de démontrer que le moteur électro-magnétique est vraiment un moteur thermique.

Pour exécuter cette analyse délicate, partons encore de la pile, qui est l'âme de notre moteur.

Qu'est-ce à dire que j'y brûle du zinc? Le métal, se trouvant au contact de l'eau acidulée décompose cette eau et se transforme en sulfate de zinc, tandis que l'hydrogène se dégage. C'est cette action chimique qui se manifeste par une production de chaleur : mais cette action est complexe, car si la combustion du zinc développe du calorique, la dissociation des éléments de l'eau en absorbe d'autre part : néanmoins la somme reste positive, et c'est ce que nous appellerons la chaleur de combustion du zinc dans la pile.

M. Favre a entrepris de la mesurer (1). Opérant avec son grand calorimètre à mercure, il introduisait dans le moufle un tube en verre, fermé par un bout, contenant une lame de zinc baignée dans de l'eau acidulée à l'acide sulfurique : un tube de dégagement permettait de recueillir l'hydrogène mis en liberté. On trouva que pour 1 gramme d'hydrogène dégagé, il se consumait 34 grammes, c'est-à-dire un équivalent, de zinc et qu'il se produisait 18,444 calories. Cette opération nous donne la valeur de notre combustible : tout ingénieur consciencieux fera subir la même épreuve au charbon qu'il emploiera dans une expérience délicate sur un moteur thermique.

Mais ce petit appareil n'était pas une pile complète. Or, de même qu'un charbon dégage des quantités plus ou moins grandes de chaleur, suivant la disposition du foyer où s'opère sa combustion, il s'agissait de savoir si, dans une pile montée, le même nombre de calories serait produit par équivalent de zinc. Ce n'était pas évident *a priori,* car qui aurait osé affirmer que le courant était gratuit? Pour éclaircir ce point, il fallait introduire dans le liquide acide une lame de cuivre en face de la lame de zinc, et l'y relier : ce qui fut fait pour former une pile de Smée. Dans ces nouvelles conditions, M. Favre trouva 18,137 calories par équivalent de zinc : ce résultat pouvant être considéré comme identique au premier, nous sommes assurés de ne point faire d'erreur sur l'équivalent calorifique du zinc dans notre foyer, je veux dire, notre pile.

Dans cette expérience les deux lames de métal étaient réunies par un fil de cuivre, gros et court, extérieur au calorimètre. A mesure que ce fil devenait plus long et plus fin, on observait que la quantité de chaleur dégagée par le zinc allait en diminuant, au point de ne pas dépasser huit calories dans certains cas, Où avait passé cette chaleur?

(1) « Recherches thermiques sur les courants hydro-électriques. *Annales de chimie et de physique*, 3e série, tome XL, 1854.

Y avait-il là un phénomène physique inconnu par lequel la chaleur devenait latente? Nullement, il n'y avait qu'à la chercher dans le circuit long et fin, ainsi que l'avait indiqué Joule. M. Favre eut l'idée d'introduire ce circuit dans le second moufle : si toute la chaleur disparue dans la pile n'a fait que se porter dans le conducteur interpolaire, le calorimètre totalisera ces deux effets, et l'on retrouvera le nombre de calories initial : l'expérience donna 18,124 calories au lieu de 18,137. Une partie de la chaleur se transporte donc dans le conducteur, une partie reste dans le couple, et la chaleur développée dans le circuit long et fin n'est qu'un emprunt fait à la chaleur totale qui correspond uniquement à l'action chimique. De même, dans le moteur thermique, la chaleur transportée par le véhicule air, gaz ou vapeur, parcourt la série des organes qui forment la machine.

Jusque-là l'analogie est complète. Mais conduisons l'expérience vers le but que nous nous sommes proposé, et intercalons dans le circuit un moteur électro-magnétique : sous l'action du courant ce moteur se mettra en mouvement, et il exécutera un certain travail qu'on devra mesurer; M. Favre produisait l'élévation d'un poids. Si le moteur électro-magnétique est une machine thermique, à ce travail correspondra la disparition d'une certaine quantité de chaleur équivalente. Comment apprécier mieux cette destruction de chaleur, si ce n'est en enfermant tout l'appareil dans le calorimètre? C'est encore ce que fit M. Favre(1). Froment lui construisit un petit moteur à rotation, assez petit pour qu'on pût l'introduire dans le moufle, assez délié pour que toute variation thermique fut transmise au mercure ambiant. Un fil gros et court reliait le moteur à la pile, de sorte qu'il ne se perdait hors du calorimètre qu'une quantité négligeable de calorique. Cela posé, on mit le moteur en mou-

(1) Chaleur engendrée par un courant qui produit un effet mécanique. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLV, 1857.

vement, et le travail accompli fut exactement mesuré, en même temps qu'on notait les indications du calorimètre, en rapportant les calories dégagées à l'équivalent de zinc consumé : or, chaque kilogrammètre produit entraînait la disparition d'une certaine quantité de chaleur constante. Et pourtant le foyer était resté identique, et l'on y brûlait la même quantité de combustible; la différence du résultat ne pouvait donc être attribuée qu'à la transformation de la chaleur en travaill ce qui nous démontre que dans le moteur électro-magnétique, comme dans la machine à vapeur, le travail produit est rigoureusement équivalent à la quantité de chaleur détruite. Il est donc pleinement acquis que ce moteur est une véritable machine thermique.

Il ne me reste plus qu'un point à établir : cette machine est la plus parfaite des machines thermiques. La démonstration que j'entreprends est délicate; je m'efforcerai de la rendre élémentaire sans rien lui faire perdre de sa rigueur.

Le rendement d'une machine en général est le rapport du travail *utilisé* au travail *utilisable;* Zeuner dit «*disponible.*» Aucune machine, si simple soit-elle, ne permet de recueillir tout le travail disponible; car les frottements et autres résistances passives ne sont jamais nuls, et partant, le travail utile est nécessairement inférieur au travail moteur. Il n'y a donc jamais de rendement pratique égal à l'unité.

Dans un moteur thermique, à vapeur ou à air chaud, nous trouvons une cause nouvelle qui vient encore diminuer considérablement la valeur du rendement : c'est une véritable impossibilité physique.

Quel est en effet le travail utilisable ou disponible dans un tel moteur? Si nous lui fournissons une quantité de calories Q, le travail équivalent sera E Q, E étant l'équivalent mécanique de la chaleur : or pour recueillir tout le travail E Q, il faudrait que le fluide sortît du cylindre, sans rien emporter de cette chaleur Q, c'est-à-dire à une température absolument nulle, au zéro absolu. Mais cette condition est évidemment fictive, elle est irréalisable; c'est ainsi qu'on ne

peut faire tomber un cours d'eau jusqu'au centre de la terre, pour utiliser toute l'énergie potentielle. Cependant on peut approcher plus ou moins de cette condition idéale, je veux dire qu'on peut abaisser plus ou moins la température de l'évacuation du fluide hors de l'appareil; plus basse sera cette température, plus considérable sera le rendement. Il en résulte que le rendement dépend des températures limites entre lesquelles le moteur fonctionne.

Si j'appelle T_1 la température absolue de la source supérieure, T_0 celle de la source inférieure, P le poids du fluide en mouvement et C sa capacité calorifique, le travail disponible sera E PC T_1 et le travail utilisé E PC (T_1-T_0).

La valeur théorique du rendement sera donc $\frac{T_1-T_0}{T_1}$.

Cette valeur sera égale à 0,24 pour une machine à vapeur à condensation, fonctionnant entre 152 et 46 degrés centigrades; elle atteindra 0,40 pour une machine à air chaud, de Stirling, d'Ericson ou de Franchot, où les limites supérieure et inférieure sont 225° et 25°. En tous cas, le rendement sera toujours fort au-dessous de 1, car T_0 ne saurait être abaissé au-dessous du zéro centigrade, soit 273 degrés absolus.

Au contraire, la machine électro-magnétique peut théoriquement avoir un rendement égal à l'unité. En effet, on établit par le calcul (1), et je vous prierai d'admettre, que le rendement de ces moteurs est égal à $\frac{I_1-I_0}{I_1}$, I_1 étant l'intensité originelle du courant, et I_0 l'intensité du courant correspondante à la vitesse du moteur considéré. Le rendement serait égal à l'unité, si I_0 était égal à zéro, c'est-à-dire si la vitesse du moteur était fort grande; mais le travail diminuerait en même temps, et deviendrait nul, de sorte que notre machine n'atteindrait sa perfection qu'en cessant d'être un moteur. La valeur *un* du rendement est donc théorique;

(1) Voir *Théorie mécanique de la chaleur* par Verdet. Tome I, p. LXIII et suivantes, et tome II, p. 176.

mais on peut en approcher d'aussi près qu'on voudra, et pour une vitesse moyenne, à laquelle correspondrait une valeur de $I_0 = \frac{1}{2} I_1$, le rendement serait encore égal à $\frac{1}{2}$.

Il ressort donc clairement de ces considérations, que le moteur électro-magnétique est celui des moteurs thermiques dont le coefficient d'utilisation est le plus élevé.

« Vaines théories ! » diront les praticiens qui confondent le rendement d'une machine avec le prix de revient du kilogrammètre. J'ai pour ces opposants un argument *ad hominem*, que j'extrais des comptes rendus de l'Exposition de Paris de 1855 (1) : M. E. Becquerel, étudiant la puissance et le rendement du moteur Roux, a trouvé que la consommation de zinc par heure et par kilogrammètre ne dépassait pas 29 grammes dans certaines conditions de vitesse parfaitement acceptables. Ces 29 grammes de zinc produisaient 15,92 calories, dont l'équivalent mécanique est d'environ 6766 kilogrammètres ; or on en recueillait 3600. Le rendement était donc de 53 %.

Par contre, une excellente machine à vapeur du genre Corliss, à grande détente, et à condensation, dépense *au minimum* 900 grammes de charbon par cheval et par heure : dans ces conditions elle ne rend guère que $\frac{1}{9}$ du travail disponible.

L'éloquence de ces chiffres me dispense de tout commentaire, et je crois avoir démontré que la machine électro-magnétique est le plus parfait des moteurs thermiques.

II.

En traçant à grands traits l'histoire de la théorie des moteurs thermiques, j'ai réservé à dessein un point de vue spécial sur lequel je vais maintenant appeler votre attention. Je veux parler des découvertes auxquelles cette théorie nouvelle a conduit les savants.

(1) Cf. *Traité d'électricité* par A. de la Rive, tome III. p. 342.

En étudiant les propriétés des vapeurs saturées, MM. Clausius et Rankine indiquèrent à peu près en même temps que, si la vapeur d'eau se détend suivant une ligne adiabatique, cette détente est nécessairement accompagnée d'une condensation. — Les expériences de M. Hirn sur la machine à vapeur vinrent bientôt confirmer l'exactitude de ce résultat du calcul. On crut d'abord cette propriété commune à toutes les vapeurs; cependant M. Hirn fit voir dans la suite que l'éther présentait une propriété inverse, se surchauffant pendant la détente; puis MM. Combes et Dupré démontrèrent que vers 100° la benzine, à 120° le chloroforme, à 520° la vapeur d'eau devaient se conduire comme l'éther. En un mot, ils établirent qu'il existe pour chaque vapeur une *température d'inversion* : cette découverte extrêmement remarquable est due à l'étude des moteurs thermiques.

Or, vous allez me le demander, le moteur électro-magnétique ne nous mettra-t-il pas sur la voie d'une découverte aussi utile dans l'ordre des phénomènes électriques?

Nous touchons, Messieurs, à l'une des conséquences les plus curieuses de la thermodynamique, et je vais vous révéler un trait d'union bien inattendu découvert par M. Helmholtz, entre les phénomènes thermiques et électriques. Le raisonnement que je dois faire est délicat : pour vous le présenter dans sa rigoureuse netteté, j'ai besoin de le condenser en syllogisme.

La théorie du moteur électro-magnétique considéré comme un moteur thermique nous a conduits à admettre que, si le courant détermine le mouvement d'une machine et une production de travail, il en résulte une diminution dans la quantité de chaleur libre dans le circuit interpolaire. Mais d'après les lois de Ohm et de Joule la quantité de chaleur dégagée dans le conducteur varie proportionnellement au carré de l'intensité du courant. Donc cette intensité a dû être diminuée par l'effet du mouvement de la machine.

Cette première conclusion est facile à vérifier, et l'expérience confirme la justesse de notre raisonnement : un galva-

nomètre étant introduit dans le circuit, vous voyez l'aiguille d'abord fortement déviée, revenir sur elle-même aussitôt que le moteur se met en mouvement. Le mouvement de la machine électro-magnétique réduit donc considérablement l'intensité du courant qui la traverse.

Quelle peut être la cause de ce phénomène? Une seule hypothèse est à faire, la suivante : puisque, toutes choses égales d'ailleurs, l'intensité du courant diminue par le seul fait du mouvement de la machine, il faut absolument qu'il se produise de ce chef une force électro-motrice contraire. Ce courant opposé au courant originel serait donc produit par le mouvement relatif des divers organes de la machine.

Or, quels sont ces organes?

Des aimants et des circuits conducteurs fermés.

En approchant donc un aimant d'un circuit fermé nous développons un courant de sens contraire à celui qui produirait ce mouvement.

Voilà un phénomène inattendu, une découverte de premier ordre, que Faraday il est vrai a indiquée il y a plus de 40 ans, mais à laquelle Helmholtz a été conduit par l'étude rationnelle du moteur électro-magnétique. Dès 1847, il donnait cette formule (1) : « La réaction du courant induit » sur l'inducteur doit affaiblir ce dernier. Cet affaiblissement » correspond à une perte de chaleur égale à la quantité de » chaleur développée par le courant induit. » Cet énoncé est la conclusion immédiate de l'étude du moteur thermique : il éclaire d'un jour nouveau la théorie de l'induction, et conduit directement à la loi de Lenz : « Les courants induits tendent à détruire le mouvement qui leur a donné naissance. » Ainsi se trouve rattachée à la théorie mécanique de la chaleur une loi de la physique à laquelle Faraday est parvenu par un tout autre chemin, et qu'Ampère avait trouvée si étrange qu'il n'avait osé la formuler, bien qu'il l'ait entrevue dès 1822.

(1) *De la conservation de la force*, par H. Helmholtz, traduction de Folie, page 134, 1847.

L'étude du moteur électro-magnétique, consideré comme machine thermique, n'est donc pas moins féconde que celle de la machine à vapeur, et de la machine à air chaud, et le parallèle que j'ai voulu établir entre ces deux appareils transformateurs de chaleur en travail se trouve confirmé jusque dans ces dernières conséquences. Le fait est assurément très important; mais nous n'avons encore envisagé qu'une face de la question, et en poursuivant nos études, nous allons être amenés naturellement à découvrir une fonction de réciprocité entre les deux ordres de phénomènes, thermiques et électriques.

Foucault publiait en 1855, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1), une expérience remarquable, dont l'idée appartenait à Joule, mais que le savant français avait su mettre sous une forme nouvelle extrêmement élégante. Un disque de cuivre rouge, mobile sur son axe, était engagé entre les contacts d'un puissant électro-aimant : un système de roues dentées permettait de lui imprimer un mouvement de rotation très rapide. Faisait-on passer brusquement un courant dans le fil de l'électro-aimant, le disque s'arrêtait aussitôt, « comme si un frein invisible était appliqué au mobile, » et il fallait, pour entretenir le mouvement, appliquer à la manivelle un effort considérable : ce travail n'était point annihilé, car il reparaissait dans le disque à l'état de chaleur.

Quel était l'agent de cette transformation? C'étaient, vous l'avez deviné, les courants induits dans le disque, dont la tendance est de détruire le mouvement qui leur donne naissance; ils nécessitaient par leur réaction une dépense de travail, pour continuer le mouvement; ils échauffaient d'autre part ce disque comme ils ont la propriété d'échauffer leurs conducteurs : en dernière analyse, le travail était transformé en chaleur.

(1) De la chaleur produite par l'influence de l'aimant sur les corps en mouvement, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XLV.

Ce résultat est inverse de celui que je vous décrivais tout à l'heure, alors que je vous montrais que la chaleur dégagée par l'action chimique était transformée en travail dans le moteur électro-magnétique.

Est-ce à dire que les deux phénomènes sont absolument réciproques et que le cycle d'opérations est reversible? Nullement, et c'est en cela que le moteur électro-magnétique diffère du moteur à gaz, qui peut servir indifféremment à opérer la conversion du travail en chaleur et de la chaleur en travail. Les machines de Pixii, de Clarke, de Gramme donnent, il est vrai, chaleur ou travail, suivant qu'on leur applique un travail ou un courant; mais chauffez le disque de Foucault, il ne tournera pas; ce fil de platine, que rougit si facilement la machine de Gramme quand elle fait 100 tours à la minute, ne fera pas avancer cette machine d'un quart de tour, si nous l'échauffons au rouge blanc. Le phénomène est en réalité plus complexe qu'il ne le paraît; il y a là sans doute une superposition de cycles que nous ne pouvons analyser; dès lors, le mécanisme de la transformation nous échappe et nous ne percevons nettement que la cause et l'effet. Nous tenons les deux bouts de la chaîne, nous ne pouvons en suivre le développement chaînon par chaînon.

Pour incomplètes que soient nos connaissances sur ce point, il n'en ressort pas moins à l'évidence que le travail, la chaleur et l'électricité sont quantités proportionnelles : en mesurant donc d'une part le travail absorbé par la réaction des courants induits, d'autre part la chaleur dégagée dans le conducteur, nous découvrons un moyen nouveau de déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.

Joule l'avait tenté sans succès : M. Favre et M. Leroux entreprirent de nouvelles recherches dans ce but, le premier au moyen du petit moteur que j'ai décrit précédemment, le second par la machine de l'Alliance (1); trois épreuves don-

(1) Étude des machines électro-magnétiques, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L. 1857.

nèrent au dernier une moyenne de 458 kilogrammètres. Mais l'expérience de Foucault, où le disque de métal s'échauffe de plus de 60°, se prêtait bien mieux à ces déterminations, et elle a permis à M. Violle de réaliser cette mesure avec une exactitude rare (1). Employant tour à tour des disques de cuivre, d'étain, d'aluminium et de plomb, il a obtenu des résultats extraordinairement concordants, compris entre les valeurs voisines de 437,4 et 435,2 kilogrammètres : je ne connais pas d'expériences ayant donné des valeurs aussi rapprochées, et c'est là un fait très remarquable qui nous donne de fortes présomptions en faveur du chiffre 435 admis par M. Violle comme expression la plus exacte de l'équivalent mécanique de la chaleur.

Au point de vue spécial qui nous occupe c'est une confirmation de notre thèse, et nous voyons l'étude des machines électro-magnétiques apporter à la thermodynamique son précieux concours pour la détermination de la valeur de E.

III.

Voilà donc que nous connaissons un lien merveilleux entre deux parties de la science, un lien de « fraternité, » a osé dire M. Tyndall. La théorie mécanique de la chaleur, par l'étude des machines électro-magnétiques, qui sont de son ressort, nous conduit rationnellement à prédire les phénomènes d'induction ; en retour, la connaissance des courants induits nous suggère une mesure délicate de l'équivalent mécanique de la chaleur.

Je pourrais me borner à cet exposé, et vous devriez me concéder que j'ai atteint mon but qui était de ménager une transition entre vos deux années d'études : mais j'ai réservé pour la fin un dernier parallèle, que je crois plus étonnant encore, et qui vous sera surtout de la plus grande utilité.

(1) Sur l'équivalent mécanique de la chaleur, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXI. 1870.

Dans quelques jours nous aborderons la théorie du potentiel : elle a pris place, vous le savez, dans vos programmes. Ne vous en plaignez pas, car cette conception nouvelle ne complique rien, elle simplifie tout : les noms allemands de Weber et de Gauss pourraient vous effrayer, mais cette théorie est marquée au coin du génie français, elle a été signée d'abord par Poisson et Laplace.

Analytiquement le potentiel est une somme $\Sigma\frac{m}{r}$ dans laquelle m est une masse électrique, et r la distance qui le sépare d'un point donné. Mécaniquement, cette fonction reçoit une interprétation, c'est le travail nécessaire pour amener l'unité d'électricité de l'infini au point considéré. Ses dérivées partielles et ses dérivées secondes jouissent de propriétés remarquables, dont nous ferons l'étude. Aujourd'hui je me contenterai de vous apprendre que cette notion du potentiel électrique, n'est pas une conception purement abstraite, susceptible seulement d'une expression algébrique. Elle a une réalité physique et je la définirai avec M. Abria (1) : « l'indication d'une balance de torsion dans laquelle la boule mobile et la boule fixe sont deux petites sphères égales, et qui, étant au contact, ont été mises en communication avec le corps par un fil long et fin. » Un électromètre remplira le même office que la balance de Coulomb, et nous mesurerons expérimentalement les différences de potentiel par l'électromètre de Thomson ou par l'ingénieuse balance de M. Branly, aussi exactement que nous apprécions une température par un thermomètre : nous exprimerons le potentiel en unités absolues, fonctions des unités de longueur et d'électricité, de la même manière que nous exprimons une quantité de chaleur par la température et la calorie. De même que la chaleur se répand sur deux corps en contact, jusqu'à ce que l'équilibre calorifique soit atteint par l'égalité des températures, de même nous constaterons que, dans deux

(1) Théorie élémentaire du potentiel. *Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, t. 1, 2e série.

corps électrisés en communication, l'équilibre se traduit par l'égalité du potentiel. Le potentiel croît enfin avec la charge, comme la température augmente avec la quantité de chaleur. Cette corrélation de propriétés a conduit les physiciens à des procédés électrométriques analogues aux procédés calorimétriques : la capacité calorifique d'un corps étant la quantité de chaleur qu'il faut lui communiquer pour élever sa température de 1 degré, on a pris pour capacité électrique d'un conducteur la quantité d'électricité nécessaire pour que son potentiel devienne égal à l'unité. Ce parallélisme des fonctions est si complet que dans beaucoup d'ouvrages le potentiel est appelé la *température électrique*.

Passons-nous à l'étude des phénomènes qui accompagnent la décharge d'un corps électrisé par sa communication avec le sol, nous sommes amenés à considérer le travail des actions mutuelles des masses électriques. Or, la source des travaux élémentaires est égale à l'accroissement d'une certaine fonction $W = \int\int \frac{mm'}{r}$ que les uns appellent la fonction potentielle, les autres l'énergie électrique : et en effet elle présente de grandes analogies avec la fonction que l'on appelle du nom d'énergie potentielle en mécanique. L'énergie potentielle électrique est le travail que développent les forces électriques lorsque le système revient à l'état neutre : l'énergie potentielle mécanique est le travail que les forces développeraient si le système passait de sa position déterminée à une position d'équilibre stable.

Ces analogies sont frappantes dans les théories ; je vous en citerai d'autres dans les phénomènes : la propagation de l'électricité par ondes sphériques, comme de la chaleur, la variation des quantités d'électricité induite en raison inverse du carré des distances, les déperditions décroissant en progression géométrique quand les temps croissent en progression arithmétique, la grande conductibilité électrique des corps bons conducteurs de la chaleur, etc.

Vous étonnerai-je dès lors en vous apprenant que Thom-

son, et après lui M. Potier (1) proposent de se laisser guider dans l'étude des phénomènes électriques par l'analogie qu'ils présentent avec les phénomènes calorifiques ? « Tout théorème, dit M. Potier, relatif à l'état calorifique, a » son correspondant dans l'état électrique et inversement. » Il en cite une preuve élémentaire dans la loi de la distribution de l'électricité sur un ellipsoïde conducteur. On démontre par le calcul que la tension en un point de cette surface est proportionnelle à l'épaisseur électrique en ce point : elle est donc maximum au sommet du grand axe, et l'on en déduit le pouvoir des pointes. Ce fait pouvait être indiqué *a priori* par analogie avec ce qui ce passe dans un ellipsoïde maintenu à une température constante : c'est aussi par l'extrémité du grand axe que s'échappera la plus grande quantité de chaleur, attendu que c'est cet élément qui *voit* le plus d'espace.

Voici un autre exemple de ce mode de raisonnement : Faraday plaçait un électroscope à feuilles d'or dans une cage dont les barreaux étaient métalliques : aucune divergence ne trahit plus dès lors l'approche d'un corps électrisé, car l'électricité se porte sur la partie externe des barreaux ; de même, si cette cage était placée dans un milieu conducteur, à une température inférieure, il n'y aurait de flux calorifique que par la surface extérieure des barreaux.

Faraday démontrait encore que l'induction ne peut s'exercer à travers un conducteur enveloppant, mis en communication avec le sol; je vous en propose l'explication suivante par analogie : Ce conducteur au potentiel zéro, nous représente un conducteur athermane qui serait au zéro absolu, et communiquerait avec une sphère conductrice, de masse infinie : il opposerait de même une barrière infranchissable au flux calorifique.

Mais je dois me borner : permettez-moi seulement d'insis-

(1) De la propagation de la chaleur et de la distribution de l'électricité. *Journal de physique théorique et appliquée*, Ie année.

ter sur l'idée qu'en bien des cas l'observation attentive de ces curieuses analogies peut nous faire découvrir des solutions simples aux problèmes les plus délicats. Ce sera la conclusion pratique de cette première leçon, que je me suis efforcé, selon l'usage, de rendre intéressante, mais que je regretterais vivement, si vous deviez n'en tirer aucun fruit plus durable.

Vous avez sans doute remarqué, Messieurs, que dans l'exposé de ces relations qui existent entre certains phénomènes thermiques et électriques, j'ai parlé *d'identité d'effets*, sans jamais en conclure à l'*identité de cause* : c'eût été assurément une affirmation hazardée dans l'état actuel de la science.

L'étude du spectre calorifique et lumineux et les travaux mémorables de M. P. Desains sur la polarisation des rayons calorifiques nous ont démontré que la radiation qui produit les phénomènes de chaleur est de la même nature que celle qui donne naissance aux phénomènes lumineux, et nous sommes autorisés dès lors à expliquer ces deux ordres de phénomènes par l'hypothèse commune d'oscillations de l'éther. Mais pour se rendre compte des phénomènes électriques, nos maîtres ont dû imaginer un fluide en mouvement.

Des essais ont été faits, il est vrai, pour déduire des analogies dont l'exposé précède l'identité de cause de la chaleur et de l'électricité. M. Edlund, le savant académicien de Stockholm, a publié un important mémoire (1) à l'appui de cette thèse : pour lui le fluide électrique n'est pas autre chose que l'éther lumineux, et il démontre que pour expliquer les phénomènes électriques, il n'est pas nécessaire d'attribuer au fluide électrique une seule propriété qui le sépare de l'éther lumineux. Cette théorie a fait la plus vive impression dans le monde savant, mais les idées qu'elle énonce sont

(1) *Théorie des phénomènes électriques*, mémoire présenté à l'Académie royale des Sciences de Suède le 12 novembre 1873.

trop nouvelles pour acquérir droit de cité dans l'enseignement. Dans une autre contrée un des plus célèbres physiciens de l'époque, poète plein d'imagination et de verve, M. Tyndall nous montre le courant électrique se butant contre les atomes d'un corps mauvais conducteur, leur communiquant son mouvement, échauffant par suite le corps, tandis qu'il glisse sans peine entre les atomes d'un corps bon conducteur, sans les déranger, ni élever leur température d'une manière sensible. Ces théories sont peut-être l'avenir de la science, mais je n'oserais m'en faire l'écho dans cette chaire, si je n'indiquais leur illustre paternité.

Ce ne sont pas des hypothèses sans fondement, gardez-vous d'être trop sévères à leur égard; elles peuvent expliquer le phénomène de la rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'action du courant; elles rendent compte des propriétés optiques développées dans les corps transparents par l'action du magnétisme, dont Verdet a fait l'étude après Faraday; elles concordent avec les résultats des savants travaux (1) faits par notre éminent doyen, M. Chautard, sur l'action des aimants sur le spectre des métalloïdes et des gaz raréfiés.

Et cependant la théorie d'un mouvement vibratoire, cause des phénomènes électriques n'est point encore admise, parce qu'il faudrait nous expliquer aussi pourquoi les corps chauds émettent et absorbent de la chaleur, alors que les corps électrisés ne possèdent point cette propriété; pourquoi la capacité électrique d'un corps dépend de sa forme, alors que la capacité calorifique n'est fonction que du poids du corps, etc. Ces faits, et d'autres encore, constituent des différences essentielles entre les pbénomènes thermiques et électriques, électriques et lumineux. C'est pourquoi, Messieurs, vous ne

(1) Action des aimants puissants sur le spectre des métalloïdes; modifications apportées aux spectres des gaz raréfiés et illuminés par un courant induit. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* t. LXXIX et LXXX, 1874 et 1875.

devez point encore conclure de l'identité de certains effets à l'identité absolue de cause.

Tout ce que nous pouvons affirmer sans crainte d'être jamais démentis par l'expérience ultérieure, c'est que les effets calorifiques et électriques se substituent les uns aux autres suivant une loi d'équivalence absolue, et voici la formule générale qui est l'expression exacte des faits.

Le courant transporte la chaleur produite dans la pile par le travail des affinités chimiques, dans toutes les parties du circuit; la distribution se fait proportionnellement aux résistances de chaque portion du conducteur, sans que la somme des calories ainsi dépensées excède jamais la valeur de l'équivalent calorifique de la somme des travaux extérieurs et les calories qui disparaissent dans l'ensemble du circuit.

Le fluide hypothétique que nous appelons l'*électricité* transporte donc avec lui une somme de mouvement vibratoire calorifique qu'il dépense sur son chemin, en totalité, mais inégalement, d'autant plus abondamment qu'il éprouve une résistance plus grande, comme si cette dépense était le prix de son passage; ou bien qu'il transforme en travail, en agissant sur les corps extérieurs. Serais-je trop hardi si je supposais le fluide électrique inséparable du mouvement vibratoire calorifique?

Mais la chaleur et l'électricité ne sont-elles pas deux effets concomitants d'une même cause, l'affinité chimique? ces deux effets ne sont-ils pas tous deux proportionnels à cette force? Depuis longtemps M. Becquerel a constaté que la combustion du charbon est accompagnée d'une production d'électricité; dans les piles, la force électro-motrice augmente proportionnellement à la chaleur dégagée, quand il ne se produit pas d'actions secondaires; dans un circuit mauvais conducteur, un obstacle au mouvement du courant est un obstacle à la propagation de la chaleur; dans un circuit formé d'un conducteur dépourvu de conductibilité extérieure et d'une pile thermo-électrique, le courant produit par l'inégal échauffement de deux soudures est rigoureusement pro-

portionnel à la différence de leurs températures; le phéno- est alors parfaitement reversible et le théorème de Carnot applicable; en vérité est-il un seul phénomène où ces deux effets ne soient pas concomitants? Et les derniers travaux des physiologistes ne nous apprennent-ils pas que la contraction d'un muscle est accompagnée d'une modification dans l'état électrique aussi bien que dans l'état calorifique?

Dès lors, tous ces phénomènes pourraient être renfermés dans un énoncé général, qui serait le suivant : l'énergie *potentielle* en réserve dans le corps dont l'affinité chimique est satisfaite dans la pile, se transforme en énergie calorifique et électrique, c'est-à-dire en énergie *actuelle*, l'énergie *totale* restant toujours constante. Tout développement de travail extérieur correspond à une diminution d'énergie calorifique et électrique suivant cette loi que la somme des travaux effectués est égale à la variation d'énergie totale.

Aimé Witz.
Chargé de cours à l'Université catholique de Lille.

UNE ENTRÉE EN CAMPAGNE.

La Société scientifique de Bruxelles existe depuis plus de deux ans; elle a régulièrement tenu ses séances trimestrielles et ses deux grandes sessions annuelles; elle a publié près de trois mille pages de comptes rendus, de mémoires originaux, d'articles de vulgarisation, et dans ces publications la polémique sérieuse occupe une large place; elle a des adversaires, car elle contrecarre tous ceux qui essaient de mêler à la science le poison de l'erreur religieuse ou de l'immoralité, et si elle leur montre assez de courtoisie, elle ne ménage point leurs doctrines. Et cependant, durant deux années, ces adversaires ont gardé le silence; car nous ne comptons pas divers articles de journaux, essentiellement destinés à rester sans réponse. Les revues matérialistes et athées nons ont traités comme nous avons nous-mêmes traité ces pauvres journaux.

Faut-il l'attribuer au mépris que nous leur inspirons? Ou bien sont elles assez peu informées pour ignorer notre existence? Ou enfin, n'est-ce pas simplement une tactique, plus habile que fière, pour éviter une polémique embarrassante

et pour épargner à leur clientèle ordinaire la dangereuse tentation de nous lire? Nous ne commettrons pas la faute de choisir entre ces explications.

Peu importe, d'ailleurs. Aujourd'hui la digue du silence est rompue, rompue pour toujours, et la brèche ne pourra que s'élargir; car, mépris, ignorance ou tactique, une fois la lutte engagée, une fois la galerie attentive, une fois le scandale créé, il n'y a plus moyen de s'abstenir. Nous le devons à un écrivain positiviste, brave entre tous ses confrères; car l'anonyme qu'il garde n'enlève rien à sa bravoure. Monsieur X vient de nous déclarer la guerre; et, sans trop savoir qui nous sommes, où nous sommes, combien nous sommes, il a déjà commencé les opérations. La revue qui renferme sa déclaration et son entrée en campagne n'est pas la première venue. Elle s'appelle *La Philosophie positive, revue dirigée par E. Littré et G. Wyrouboff* (1). Sous un pareil patronage, aucun ami de X n'osera lui dire que sa bravoure est une maladresse. On peut donc compter qu'il tiendra l'engagement pris dans la note suivante au bas de la première page :

« L'abondance des matières nous a fait ajourner cet article. Mais si le point de départ, qui est la fondation de la Société scientifique de Bruxelles, est déjà éloigné d'un an, la thèse n'en est pas moins actuelle. Nous aurons, du reste, plusieurs fois l'occasion d'examiner les travaux de la Société scientifique fondée par les catholiques. »

Cet engagement n'est certes pas fait pour nous déplaire; aussi nous nous empressons, toute affaire cessante, de l'enregistrer. Il nous en coûte bien un peu; car il a fallu pour cela remanier la présente livraison, et suspendre la suite d'un travail commencé dans les trois premières, travail qui avait déjà dû, en octobre, céder sa place à un article d'actualité. Mais il n'y a pas moyen de différer. Notre antagoniste est parti en vrai chevalier errant, affreusement dépourvu de renseignements sur notre compte; si nous ne nous hâtons

(1) Deuxième série, dixième année, n° 3, novembre-décembre 1877.

de lui en fournir, il pourrait fort bien passer hors de vue, et nous perdrions pour toujours l'occasion de le rencontrer. Or il est le premier qui se présente ; on nous pardonnera d'y tenir.

Nous aurions sans doute désiré de sa part quelque chose de mieux réussi. Mais, en fait d'attaques, on prend ce qu'on trouve. Rien ne nous servirait d'être trop difficiles ; on ne fait pas soi-même ses adversaires ; c'est déjà beaucoup de les aider dans leurs débuts. On nous a traités, d'ailleurs, avec honneur. L'article où l'on nous attaque est le seul anonyme de tout le volume, ce qui lui communique toute l'autorité impersonnelle de la rédaction, sans nous empêcher de causer avec l'auteur. M. Littré l'a mis en tête de la livraison comme article-remorqueur, et nous en occupons le tout premier chapitre. Et puis, l'écrivain est plus poli que beaucoup de ses confrères. Au fond, il est vrai, il nous accuse d'assez vilaines choses, et dans la forme il y a quelques essais de persiflage ; mais il n'emploie pas de gros mots et, chose remarquable quand on songe aux habitudes de son public, il nous appelle par notre nom de catholiques, et ne croit pas devoir nous jeter les sobriquets de cléricaux et d'ultramontains. Ces procédés sont rares dans la famille à laquelle il appartient ; nous devons d'autant plus l'en féliciter ; car l'absence d'un vice est vraiment une vertu dans certains sujets, lorsque ce vice est, pour ainsi dire, fixé tout autour d'eux par l'hérédité, et qu'il a été encouragé par l'éducation.

Il est malheureusement un trait de famille dont il ne s'est pas dépouillé ; c'est l'horreur des preuves. Il l'a poussée jusqu'au sublime du genre. Nous savons tous que les hommes qui posent en champions de la raison contre la foi, ne sont guère prodigues de raisons. Ils affirment, ils nient ; mais quand nous leur demandons des arguments, quand nous leur disons : je comprends votre assertion, veuillez la prouver, ils se taisent, ou ils se répètent, ou ils s'irritent contre nous. Et pour qu'on ne puisse nous reprocher à nous-même de porter cette vaste accusation sans preuves, nous renvoyons

le lecteur aux divers articles de polémique publiés dans notre revue. Que l'on prenne, par exemple, dans la première livraison, l'article intitulé : *L'Église et la Science*. C'est une réfutation péremptoire d'un ouvrage qui a eu, qui a peut-être encore, parmi nos adversaires, une grande autorité, *Les Conflits de la Science et de la Religion*, par M. Draper. Dans la réfutation les preuves ne manquent pas, les documents et les sources sont cités et discutés; mais dans l'ouvrage lui-même? Voici ce qu'en dit notre savant collaborateur, le R. P. De Smedt :

« Nous diviserons ces faits en deux classes. La première comprend ceux que M. Draper se contente d'affirmer avec une désinvolture quelque peu réjouissante, sans citer le moindre petit bout de document ou de preuve à l'appui, et qui ont en outre un caractère de généralité tel qu'il nous est impossible de deviner quelles sont les données historiques où il a pu en trouver le fondement.... Restent les faits assez bien précisés pour ne pas se dérober entièrement à un examen critique. Bien entendu, nous aurons encore, pour la plupart d'entre eux, à rassembler nous-même les documents qui ont pu servir de source aux allégations de M. Draper, l'auteur n'ayant pas cru devoir se mettre en peine de les indiquer. »

Et la suite de l'article justifie surabondamment cette critique. Qu'on veuille bien aussi se rappeler certaines assertions de M. Tyndall examinées dans la même livraison, ou les publications récentes sur Galilée, critiquées dans les livraisons suivantes par M. Gilbert; en un mot, la plupart des thèses que jusqu'ici nous avons dû réfuter. Que de fois nos écrivains n'ont-ils pas eu à relever l'incroyable faiblesse de l'argumentation, ou l'absence complète de toute preuve. Mais voici, comme nous le disions, le sublime du genre.

Dans l'article qui nous occupe, on a la prétention de montrer que les membres de la Société scientifique de Bruxelles « ne tiennent réellement pas beaucoup à faire progresser la science; » que « c'est là le moindre de leurs soucis; » que,

si on a parlé de la science dans nos assemblées, « c'est pour organiser contre elle une véritable croisade ; » qu'on ne trouve rien, soit dans notre organisation, soit dans nos travaux, « qui ne soit une copie et même une très pâle copie des associations existantes. » Eh bien, pour fonder ces condamnations, pour les faire admettre des lecteurs de sa revue, l'écrivain anonyme ne s'est pas demandé si, parmi nos membres, il ne s'en trouve pas qui, au jugement de tous, ont bien réellement fait progresser la science, nos listes lui sont inconnues ; il ne s'est point procuré le compte rendu de nos assemblées ; il n'a même jamais tenu en main l'unique document, un rapport du secrétaire, qu'il prétend analyser ; il n'a pas lu nos statuts, il n'a pas vu le titre d'un seul de nos articles. Il ne connaît en tout sur notre compte qu'un feuilleton de journal ; encore l'a-t-il mal compris. Cette ignorance radicale du sujet qu'il traite est au fond la seule chose qu'il prouve, nous le montrerons bientôt, et lui-même d'ailleurs n'est pas éloigné d'en convenir.

On sait que la philosophie qui fonde ses conclusions sur des faits étudiés de cette manière, s'appelle la philosophie positive. Il en est peut-être, parmi nos lecteurs, qui par ouï-dire, la croient redoutable. Pour nous, à force de la fréquenter, nous avons depuis longtemps déposé ce préjugé.

Du reste, chaque école a ses procédés. Si ceux des positivistes ne nous conviennent guère, nous allons en employer à leur égard qu'ils ne voudront probablement pas imiter. Nous reproduirons *in extenso* toute l'attaque de X. Ce n'est certes pas pour lui faire plaisir que nous l'exposons ainsi à tous les regards. Mais pourquoi nous en priver ? C'est très moral d'abord, et ensuite nous ne craignons pas qu'il nous rende la pareille. Il serait fort empêché de le faire ; cette imprudence pourrait troubler dans leur foi les néophytes du positivisme. *Maxima debetur puero reverentia*. Que diraient ces innocents, que feraient-ils peut-être, si on leur laissait voir avec quel sans-gêne on escompte leur crédulité.

L'article dont nous alimentons le premier chapitre n'est

lui-même que la tête d'une série intitulée *Science et religion*, sujet plein d'actualité comme nous en avertit la note reproduite plus haut. On n'en donne aujourd'hui que trois chapitres. C'est le premier qui, ayant pour titre *La Société scientifique*, doit nous occuper spécialement aujourd'hui. Le second, *Laïques et clercs*, se termine par ces deux questions : « Qu'est-ce alors que la science catholique? Qu'est-ce qu'une société scientifique de catholiques? » Tout l'objet du chapitre est indiqué par la première; l'autre question ne vient qu'incidemment, pour le rattacher au précédent. Enfin le troisième chapitre, *Musulmans et chrétiens*, commence ainsi : « Il n'y a vraiment qu'une seule religion qui puisse se réclamer de services rendus à la science, c'est l'islamisme. » On devine aisément tout le reste avant de le lire.

Nous n'avons évidemment à reproduire que le premier chapitre; c'est ce que nous allons faire, en ayant soin de ne pas le couper en trop petits morceaux.

« Quand on s'intéresse aux progrès des sciences, on ne saurait se défendre d'accueillir avec sympathie les efforts des esprits novateurs qui cherchent à propager le goût et l'habitude de l'étude. La fondation d'une nouvelle association qui a tenu ses premières séances à Bruxelles vers la fin d'octobre dernier, semblerait donc conforme aux espérances des libéraux. Cependant les allures de cette réunion sont de nature à inspirer la surprise et même la défiance plutôt qu'une approbation sans réserves. *La Société scientifique!* Qu'est-ce que cette Société qui se distingue tout simplement par un qualificatif aussi vague? N'existe-t-il donc pas déjà un grand nombre de sociétés de ce genre? En quoi celle-ci diffère-t-elle de tant d'autres qui ont déjà fourni une longue carrière et rendu de grands services? Les négociants qui fondent une maison ont bien soin, pour se faire une clientèle, de lancer des prospectus et d'attirer les passants par une enseigne éclatante; ils ne craignent rien tant que de rester inaperçus au milieu de leurs voisins. Les savants n'agissent pas autrement; cette conformité de procédés dans des ordres d'idées si différents, tient à ce que les uns comme les autres vivent du crédit dont la source est à la merci du public : l'association scientifique suppose la coopération d'un grand nombre de personnes, c'est-à-dire une propagande suffisante pour assurer un revenu régulier. Toutes les Sociétés scientifiques, à leur fondation, se sont réclamées de leur objet pour renseigner et attirer les souscripteurs. Citons l'exemple des Sociétés *biologique*, *géolo-*

gique, de chimie, de botanique, etc., les *Associations britannique, française, américaine, helvétique,* pour *l'avancement des sciences.* Chacun comprend, à la vue du titre d'une quelconque de ces sociétés scientifiques, ce qui doit s'y passer et quelles sortes de personnes en font partie. Avec la meilleure volonté du monde, on ne comprend pas trop d'abord qui a pu organiser le congrès de cette Société qui s'appelle uniquement « scientifique. »

» Si le titre est peu instructif, le compte rendu des travaux ne l'est guère davantage. Le congrès de Bruxelles a fonctionné tout comme un autre sans avoir rien produit qui fût original ; on ne trouve rien, soit dans son organisation, soit dans ses travaux qui ne soit une copie et même une très pâle copie des associations existantes.

« A part une communication sur le tunnel sous-marin de la Manche, les mémoires qui y ont été lus ne sont remarquables que par le défaut d'intérêt ou le défaut de nouveauté. Ainsi un général américain a décrit les gigantesques travaux d'art exécutés dans le port de New-York ; l'intérêt que les flâneurs ont pu éprouver sur les quais de la grande cité américaine ne saurait émouvoir si peu que ce soit des savants européens, ni justifier le besoin de s'associer pour faire œuvre de science. Un autre orateur, un jésuite, a fait le récit de son voyage lors du passage de Vénus ; or, il y a quinze mois que le rapport de M. Dumas est publié. Après les relations officielles de l'expédition astronomique, sont venues les narrations particulières, chacun a tenu à raconter sa campagne. les journaux ont entretenu leurs lecteurs de toutes les péripéties auxquelles ont pu donner lieu les diverses expéditions des observateurs, la matière est plus qu'épuisée.

» Voilà le langage scientifique qui a paru suffisant aux fondateurs du congrès pour leur début. »

Et une note au bas de la page renvoie au « Feuilleton du journal *Le Français* du 4 décembre 1876. »

Nous n'avons certes pas l'intention de relever toutes les particularités de ce style ; car nul n'a besoin d'avertissement pour remarquer, par exemple, dans la dernière phrase l'heureux choix du mot *langage*. C'est fort original, à moins que ce ne soit une faute d'impression. Et dès le début on a dû admirer la hardiesse de ces « esprits *novateurs* qui cherchent à propager le goût et l'habitude de l'étude. » Nous nous permettrons cependant de trouver étrange le mot *libéraux* placé au bout de la seconde période. On ne l'attendait guère. Pourquoi n'a-t-il pas dit *savants ?* Croit-il donc que, de par l'usage, l'expression qu'il emploie désigne aujourd'hui ceux qui « s'in-

téressent aux progrès des sciences? » Ce serait une erreur, quoi qu'en dise peut-être le dictionnaire de M. Littré. Elle ne désigne plus guère qu'un parti intolérant, qui de son étymologie a fait une antiphrase. Mais ne chicanons pas sur la forme; après tout, il ne peut nous déplaire de voir un mot si faux dans une fausse position. Occupons-nous du fond, c'est-à-dire des reproches que l'on nous adresse.

— Vous ne faites pas de réclame, nous dit-on.

— Pardon, nous en avons fait un peu. Ce peu nous a réussi et suffi.

— Vous n'attirez pas les passants par une enseigne éclatante.

— Ce n'est pas nécessaire; à bon vin pas d'enseigne. Les passants sont venus, et viennent encore tous les jours.

— Pourtant les savants agissent comme les négociants.

— Quelques savants, soit. Il y en a même qui agissent comme les charlatans. Ce ne sont pas les plus distingués, et nous ne tenons pas à les imiter.

— Pourquoi, du moins, ne pas vous réclamer de votre objet, comme les Sociétés *biologique, géologique*, *de chimie*, *de botanique*, etc.?

— Mais c'est précisément ce que nous avons fait. Car enfin, soyez raisonnable; nos cinq sections ont chacune pour objet des sciences différentes; voudriez-vous mettre toutes ces sciences dans notre nom, et nous appeler la Société des sciences mathématiques, physiques, naturelles, médicales et économiques? Ne craindriez-vous pas qu'un plus difficile que vous ne vînt alors nous demander de décomposer encore chacun de ces adjectifs comme nous avons subdivisé chacune de nos sections? Mieux valait les composer tous en un seul. Or celui que nous avons choisi en est l'exacte résultante. Il est très déterminé et, quoi que vous en disiez, il n'a rien de vague.

Convenez-en; ce n'est pas parce qu'il est vague que ce nom vous irrite; c'est parce que vous prétendez en avoir le monopole. Nul n'y peut aspirer hors vous et vos amis. Vous

ne voulez pas que le soleil de la science puisse nous éclairer, parce que vous êtes nos antipodes. Il faut pourtant en prendre votre parti ; nous rions de cette prétention et nous n'en tiendrons jamais aucun compte. C'est un de vos dogmes que science et religion ne peuvent être d'accord. Nous inscrivons précisément le contraire au frontispice de toutes nos publications ; et ce qui doit augmenter votre peine, nous avons été chercher pour contredire votre indiscutable dogme les paroles mêmes du Concile du Vatican : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.* Vous auriez rencontré partout cette désagréable devise, si vous vous étiez tant soit peu renseigné avant d'écrire. Je dois pourtant en convenir, vous avez deviné juste en la poursuivant déjà dans notre nom ; car elle s'y trouve, et c'est pour cela qu'il nous a paru excellent. Vous avez compris qu'appeler scientifique une société composée d'hommes religieux, c'est déclarer que science et religion n'ont rien d'incompatible. On conçoit donc que ce nom ne vous plaise pas du tout, mais ne venez pas dire qu'il est vague. Il est parfaitement évident pour tout le monde, malgré les touchantes dispositions que vous prêtez aux libéraux, que plus notre Société sera scientifique, plus elle leur déplaira.

Vous avez, je pense, le bon goût de ne pas insinuer qu'en choisissant ce nom nous avons manqué de franchise et déguisé nos convictions. Je vous félicite sincèrement d'avoir su éviter cet écueil ; car il vous serait impossible de continuer ou, plus exactement, de commencer l'examen et la critique de nos travaux, sans avoir partout à prouver le contraire.

Au lieu de ce malencontreux adjectif, vous nous auriez sans doute conseillé celui de catholique. Apprenez donc d'abord que plusieurs de nos amis, lors de la fondation de la Société, nous donnaient le même conseil ; tant il est vrai que les extrêmes se touchent. Apprenez ensuite, ce qui va certainement vous surprendre, pourquoi nous l'avons repoussé. C'est parce que, à proprement parler, il n'y a pas de science catholique.

Vous prétendez, vous, que la science est anti-catholique, et vous oubliez toujours de le prouver. Nous prétendons, nous, avec le Concile du Vatican, qu'il n'en est rien, et nous le prouvons par nos réunions et par nos publications. Mais nous ajoutons, toujours avec le Concile du Vatican, que les sciences ne doivent pas emprunter leurs principes et leurs méthodes à la théologie catholique; que chacune d'elles dans son domaine a droit à ses principes et à ses méthodes, *in suo quæque ambitu propriis utantur principiis et propria methodo* (1). Ce que nous voulons empêcher, en nous unissant pour vous surveiller, c'est qu'en attaquant la révélation vous ne mêliez l'erreur à la science, ou que poussant celle-ci hors de ses limites naturelles, vous ne veniez en son nom envahir et troubler le domaine de la foi; *ne divinæ doctrinæ repugnando errores in se suscipiant, aut fines proprios transgressæ ea quæ sunt fidei occupent et perturbent* (2). On pourra, si l'on veut, dénaturer cette déclaration; on ne nous fera jamais oublier la sage direction qui nous l'a dictée.

« Qu'est-ce alors que la science catholique, » que vous pourfendez dans tout votre second chapitre? C'est une chimère de votre imagination. En lisant ce second chapitre, je n'ai pu me défendre, pardon, de songer aux moulins à vent.

Pour en finir avec cette question de « titre, » puisque vous critiquez le nôtre, vous me permettrez bien de dire mon avis sur le vôtre, je veux dire, sur le titre de votre article, *Science et religion*. Je le trouve malheureux. Il rappelle le livre de M. Draper, que vous appelez « un ouvrage récent, » bien qu'il ait été publié il y a beaucoup plus de « quinze mois, » et dont on pensera peut-être que votre travail n'est « qu'une copie, et même une très pâle copie. » Vous citez cet ouvrage comme une autorité. Vous hésiteriez peut-être à le faire, si vous aviez lu dans la première livraison de la *Revue des questions scientifiques*, l'étude que lui a consacrée

(1) *Const. de Fid. cath.* C. IV.
(2) Ibid.

le R. P. De Smedt, « un jésuite. » Je vous engage donc à la lire avant de pousser plus loin ; et, en vous donnant ce conseil, je me ferai peut-être pardonner l'insistance que j'ai mise autrefois à la lui demander; car c'est de moi qu'il se plaignait quand, parlant de l'impression produite sur lui par M. Draper, il disait :

« On nous a persuadé qu'il serait bon, pour empêcher le scandale de quelques faibles, de la justifier par écrit. La tâche nous semble répugnante, nous ne le dissimulerons pas ; non pas à cause de la difficulté de la réfutation, mais par une raison toute contraire. Il n'est pas moins désagréable de répondre à des arguments manifestement absurdes pour quiconque connaît tant soit peu l'état de la question, qu'il ne l'est de fournir la preuve longuement raisonnée d'un axiome dont l'évidence immédiate saute aux yeux dès qu'on sait la valeur des termes. Or, c'est le supplice auquel on nous condamne en nous imposant cet article. »

Heureusement, il s'est soumis à ce supplice, et les faibles n'ont plus aucune raison de se scandaliser. Pour moi, je suis moins délicat, et je ne trouve pas du tout répugnante la besogne que vous m'avez taillée. Je vais donc examiner le curieux bilan dressé par vous de nos travaux.

Par une prudence excessive, vous en avez supprimé tous les noms propres ; votre public sera moins exposé aux conséquences du droit de réponse. L'unique document que vous invoquiez, le feuilleton du journal *Le Français* (3), ne cite que trois communications, outre le rapport du secrétaire. Vous les citez également et, pour plus de sûreté, vous vous arrangez de façon que le lecteur ne sache pas plus que vous s'il y en a eu d'autres. Quel que puisse être leur nombre, il saura du moins qu'une seule a présenté quelque intérêt ou quelque nouveauté. Ceci vient de votre fonds, car le journal ne le dit pas. Je ne doute pas que l'auteur de cette commu-

(3) Du 2 décembre 1876, et non du 4, comme l'a imprimé la *Philosophie positive*.

nication, qui est un de vos compatriotes, ne vous soit aussi reconnaissant que moi pour cette appréciation éclairée. Mais je dois vous avertir qu'en parlant de la seconde, vous avez été beaucoup trop généreux. Êtes-vous bien sûr qu'il y ait, sur les quais de la grande cité américaine de gigantesques travaux d'art, capables d'exciter l'intérêt des flâneurs? Êtes-vous bien sûr que l'illustre général Newton assistait à ce que vous appelez le *Congrès de Bruxelles*, et cela au moment même où tous les journaux d'Amérique et d'Europe étaient pleins de son nom, et le félicitaient de son succès? Croyez-vous peut-être qu'il nous a parlé par téléphone? Vous avez mal compris le feuilleton; et cependant il était très clair et très exact. Que ne demandiez-vous une explication? N'y a-t-il donc pas un seul ingénieur ou un seul savant parmi vos amis? Le premier venu vous aurait dit de quoi il s'agissait.

Pour ce qui concerne le R. P. Perry, « un jésuite, » je vous soupçonne d'avoir été plutôt scandalisé que trompé. Comment! cette Angleterre qui, il y a deux ou trois siècles, pendait les jésuites et les écartelait, les met aujourd'hui à la tête de ses grandes expéditions scientifiques! N'est-ce pas renverser les lois positives de l'histoire? N'est-ce pas marcher de la *période positive* à la *période théologique?* Peut-on vraiment mettre cela dans une revue « bien pensante? » Non, quand l'histoire a tort, on la corrige; quand elle est choquante, on l'expurge. Vous écrirez donc simplement que le jésuite a fait un voyage à l'époque du passage de Vénus, et qu'il est venu nous le raconter. Grâce à l'étonnante érudition astronomique que vous déployez ensuite, plusieurs de vos lecteurs seront bien convaincus que, « la matière étant plus qu'épuisée, » depuis quinze mois au moins, les astronomes ne parlent plus du passage de Vénus en 1874, et ne songent plus à préparer de nouvelles expéditions pour 1882. Il ne m'appartient pas de les détromper.

Peut-être le ferez-vous un jour; mais vous devrez certainement, pour tenir la promesse de votre première note, démen-

tir vous-même cette jolie phrase : « Voilà le langage scientifique qui a paru suffisant aux fondateurs du congrès pour leur début. » Ah! Monsieur, le *Français* vous a, sans le vouloir, joué un mauvais tour. Il n'avait choisi ces trois communications entre toutes les autres, que parce qu'elles rappelaient trois grandes entreprises scientifiques, toutes récentes, d'un intérêt universel, dirigées chacune par un de nos membres : l'étude géologique du détroit, la transformation radicale du port de New-York, et l'expédition anglaise à Kerguélen. Vous ne vous en êtes pas aperçu; et le journaliste vous a laissé croire et presque dire que la Société n'avait pas produit autre chose. Il vous a laissé dire qu'elle n'est fondée que depuis un an, qu'elle se réunit en congrès une fois par an, et chaque année dans un lieu différent, qu'elle « a tenu ses premières séances à Bruxelles vers la fin d'octobre dernier; » il vous a laissé commettre, en un mot, une foule de ces petites bévues qui trahissent une déplorable indigence de renseignements; et vous avez la naïveté de le citer en note, après avoir si bien montré pourquoi vous ne citiez pas autre chose.

Hâtez-vous donc de vous procurer nos *Annales* et notre *Revue*. Bien qu'il s'y trouve des travaux venus d'Angleterre, d'Allemagne, d'Italie, des États-Unis, vous pourrez tout lire en français. Vous y trouverez aussi des choses venues de France; car l'Académie des sciences est représentée sur nos listes et dans nos publications, comme la Société Royale de Londres, comme l'Académie pontificale des Nuovi Lincei, comme l'Académie royale de Belgique et d'autres encore. Mais la besogne de juger ces travaux sera rude pour un seul homme, je vous en avertis. Analyse transcendante, physique mathématique, astronomie, géologie, botanique, physiologie, sciences médicales, géographie, économie, sciences industrielles, agricoles et forestières, presque toutes les branches que se partagent nos cinq sections, ont contribué à fournir notre premier volume d'*Annales*. Le second est sous presse, à peu près terminé, et il est tout aussi varié. Nous atten-

drons avec impatience le résultat de votre examen. Il me tarde en particulier d'avoir votre avis sur la réduction de certaines intégrales abéliennes aux fonctions elliptiques (1er mémoire), sur certaines conséquences de la formule électrodynamique d'Ampère (2e mémoire), etc. Peut-être cependant préfèrerez-vous ne lire que la *Revue des questions scientifiques*. Soit; ce sera déjà quelque chose, surtout si vous n'êtes plus aussi distrait qu'en lisant le feuilleton du *Français;* mais ce sera encore trop peu pour avoir le droit de nous juger de si haut, et de dire : « Voilà le langage scientifique qui a paru suffisant, etc., » ou «L'intérêt, qui a été absent des communications d'un caractère exclusivement scientifique... » ou encore : « Aussi n'est-il pas *étonnant* que les travaux scientifiques qui y ont été présentés soient d'une *étonnante* faiblesse. »

En attendant le jugement sur pièces que vous porterez alors, relisons celui que votre imagination vous a permis de formuler sur mon rapport. Je reprends la transcription de votre article :

» Voilà le langage scientifique qui a paru suffisant aux fondateurs du congrès pour leur début. C'est vraiment bien peu, surtout si on se rappelle le succès dont fut couronnée la création de l'*Association française pour l'avancement des sciences*. Chacune de ses réunions annuelles est un événement pour la ville qui a l'honneur du choix; on lui conserve la primeur des travaux intéressants, on la choie, on la promène; discours, excursions et agapes, toutes les parties du programme sont publiques et presque nationales. En Suisse, de tels congrès prennent même toujours le caractère d'une fête patriotique. Les savants accourent en foule, comme les négociants aux Expositions universelles et trouvent matière à beaucoup réfléchir et à beaucoup apprendre par l'échange des idées et par la visite des écoles, des bibliothèques, des laboratoires. Aussi la nouvelle de ces congrès met-elle en mouvement tout le monde savant. Mais à coup sûr, personne n'aurait eu la prétention de fonder des espérances sur un début aussi terne que celui dont nous venons de faire le bilan.

» On voit déjà que les personnes qui se sont réunies à cette occasion ne tenaient réellement pas beaucoup à faire progresser la science. C'est là, en effet, le moindre de leurs soucis, la science n'est pas le but, mais le prétexte de cette société. L'intérêt qui a été absent des communications d'un caractère

exclusivement scientifique, a été concentré sur le discours politique. Dans un travail très étudié, le secrétaire du congrès a exprimé le regret que la philosophie enseignée par les maîtres catholiques, ne tienne pas assez compte des découvertes récentes de la science. Il accorde que certaines choses sont trop incontestables et trop répandues pour être plus longtemps exclues de l'école orthodoxe; il trouve même quelque imprudence à les négliger ou à les mépriser. La physiologie (il paraît que c'est ce qui gêne le plus), d'après lui, ne doit plus rester le monopole des adversaires de l'Église, il voit en elle un arsenal capable de fournir des armes à tous ceux qui en ont besoin. Elle s'est réfugiée, à l'abri des yeux des fidèles, dans un antre d'où elle menace à son gré les bases de la théologie, et même de toute philosophie spiritualiste, elle ne doit plus rester inconnue aux docteurs catholiques, ni à leurs disciples. La lumière de la foi éclairera l'abîme; pour la porter jusqu'au fond du gouffre, on a besoin de nouveaux apôtres, de savants qui n'aient pas abjuré l'orthodoxie; on fait appel ici à leur zèle généreux. La fondation des Universités catholiques est déjà un grand pas fait dans cette voie, elle assure un nombre considérable de clients qu'il s'agit d'accroître et de convertir en prosélytes. Les énormes dépenses que le clergé a destinées à cette création ne seraient pas complétement utilisées si un mouvement actif de propagande ne venait rendre productif ce capital considérable. Voilà le but que se propose le Congrès.

» Si donc on a parlé de la science dans cette assemblée, c'est pour organiser contre elle une véritable croisade. Aussi n'est-il pas étonnant que les travaux scientifiques qui y ont été présentés soient d'une étonnante faiblesse. La nouvelle société s'occupe de la science, mais uniquement pour trouver le moyen de la mettre à la remorque de la religion. Pour elle, c'est une étrangère à laquelle on va permettre l'entrée du sanctuaire, mais elle sera surveillée de près, gardée à vue : elle ne sera pas un hôte, mais un prisonnier. »

Votre premier paragraphe est fort inoffensif, pour nous du moins; car on sait maintenant quels documents vous avez eus à votre disposition pour « faire le bilan » d'un « début aussi terne. » J'y remarque en passant l'insistance que vous mettez à rapprocher les savants des négociants. C'est peut-être votre aptitude spéciale à « faire des bilans » qui vous fait si souvent penser à ces derniers. Je doute beaucoup cependant qu'ils permettent à leurs commis de faire des bilans sans ouvrir les livres. Autre remarque sur le même paragraphe. Nous aussi, nous avons rencontré, lors de nos réunions, une vive sympathie. Seulement je dois convenir que les dé-

penses de cette sympathie n'ont pas été « publiques et presque nationales. » Elles ont été volontaires. Il n'a pas fallu, pour payer les « agapes, » puiser dans la bourse, sympathique ou non, des contribuables.

J'arrive à ce qui me touche personnellement, à ce rapport du Secrétaire qui a, d'après vous, concentré tout l'intérêt de la session. Merci d'abord pour cette appréciation; mais, vu les circonstances, elle ne fait pas rougir ma modestie. C'est, dites-vous, un discours politique. — J'ai donc fait de la politique, comme M. Jourdain faisait de la prose, sans le savoir. — C'est très étudié. — Je ne comprends pas bien. Étudié, par qui? Par vous? Soyons sérieux. Par moi? Je n'en ai pas conscience. J'ai décrit très simplement dans ce rapport les progrès accomplis depuis un an, et j'ai exposé presque aussi simplement quelques réflexions assez banales parmi les catholiques. Une preuve de ce dernier point, c'est que le feuilletoniste du *Français*, exposant lui-même ses propres réflexions, s'est rencontré plusieurs fois avec moi.

Malheureusement vous avez pris ce qu'il disait pour une analyse, vous l'avez donc travesti et vous me l'avez attribué. Or dans cette opération de travestissement, vous vous êtes enferré. Notez que je n'accuse pas votre sincérité. Il vous a suffi, pour être sincère, de croire que moi, « un jésuite », je ne l'étais pas; quoi de plus naturel? Mais dans l'ardeur et la candeur de votre sincérité, vous n'avez pas su vous préserver de l'exagération, vous avez dépassé les bornes du vraisemblable, vous êtes tombé dans l'impossible. Car enfin, si j'ai blâmé, comme vous le dites, la philosophie enseignée par les maîtres catholiques; si j'ai sommé l'école orthodoxe de reconnaître enfin certaines choses trop incontestables et trop répandues; si j'ai dit que la physiologie, qui nous gêne, est le monopole des adversaires de l'Église, qu'elle menace les bases de la théologie et même de toute philosophie spiritualiste, qu'elle est inconnue des docteurs catholiques et de leurs disciples; si j'ai signalé la rareté des savants qui n'ont pas abjuré l'orthodoxie; si j'ai dit aux Universités catholiques

qu'elles ne peuvent complétement utiliser (style de bilan) les énormes dépenses destinées par le clergé à leur création et rendre productif ce capital considérable, qu'en multipliant les clients (style de négoce) pour les convertir en prosélytes ou, plus clairement, qu'en achetant des consciences de savants; ai-je dit autre chose que ce que vous dites tous les jours? Je ne suis donc plus votre adversaire, mais votre allié; et quelque *étudié* que puisse être mon langage, je ne suis qu'un positiviste mal déguisé. Mais à qui ferez-vous croire que j'aie pu dire au « Congrès de Bruxelles » de pareilles inepties? Si la *Philosophie positive* a vraiment des lecteurs capables de prendre cette caricature pour un résumé, que dire de leur intelligence? Si non, que dire de la vôtre? Car, je le répète, nous avons le droit de penser que vous êtes sincère. Ces inepties sont monnaie courante chez les positivistes, monnaie de mauvais aloi qui vous a trompé vous-même. Votre tort est d'avoir pensé que nous la recevions, et cette pensée révèle en vous une grande naïveté. Votre aventure renchérit encore sur celle de ce Marseillais légendaire qui, après avoir semé une fausse nouvelle tout le long de sa route pour mystifier les passants, finit par se demander si elle ne pourrait pas être vraie, et revint sur ses pas à Marseille pour être la plus intéressante victime de la mystification.

Je veux bien vous transcrire les deux passages de mon rapport auxquels le *Français* fait allusion. C'est pour vous éclairer que je le fais; ce n'est certes pas par vanité d'auteur; car maintenant que je les relis, j'y trouve en effet deux ou trois lignes dont le lyrisme pourrait passer pour *étudié*. Heureusement vous ne les connaissiez pas; mon excellent ami, le journaliste, n'en a point parlé.

Voici donc ces deux passages dans leur ordre naturel que vous avez renversé. Le premier est relatif aux Universités catholiques :

« Il est bien juste, Messieurs, de le proclamer; c'est à l'Université de Louvain que nous devons, en Belgique, le plus clair de nos forces. Comptez les noms de ses professeurs, de ses docteurs en sciences, en droit, en philosophie,

de ses ingénieurs, de ses médecins. C'est toute une armée de troupes d'élite. Qui donc nous a envoyé ces vaillants coopérateurs ? Qui les a groupés autour de notre devise, en leur inspirant à la fois l'amour de la science et l'amour de la religion? Aucun doute n'est permis à cet égard. Ce double amour est évidemment la vie de notre grande Université ; il renferme tout le secret de ses triomphes. Ses adversaires le savent bien, et c'est même pour cela qu'ils jalousent son immense succès. C'est pour la même raison que les nouvelles universités françaises ont soulevé tant d'animosités, et se sont vues en butte à des attaques si peu loyales. Puissent-elles cependant, malgré ces obstacles, grandir comme leur aînée, et répandre autour d'elles le même souffle de vie et les mêmes lumières. Nous avons le droit de formuler ce vœu, tandis que nous saluons la noble institution qui fait l'honneur de la Belgique ; car dans plusieurs de ces jeunes facultés, notamment dans celles de Paris et de Lille, nous comptons déjà d'éminents confrères ; et nous désirons leur être, à toutes, dans quelques années, aussi redevables que, dès aujourd'hui, nous le sommes à Louvain. »

Le second passage expose les motifs qui ont porté le Conseil à décider la prochaine publication de la *Revue des questions scientifiques*.

« Cette revue, en effet, nous est presque indispensable, si nous voulons atteindre efficacement le but de notre association. Nous avons résolu, d'après l'article 2 des statuts, de favoriser, conformément à l'esprit de notre devise, l'avancement et la diffusion des sciences. Or nos *Annales*, adressées presque uniquement aux savants, envoyées surtout à nos membres, ouvertes seulement aux recherches originales, ont principalement en vue de faire avancer la science. Il nous faut donc un second recueil destiné à la répandre. Voilà pourquoi, d'après l'article 3, nous devons tâcher de rendre possible la publication d'une revue destinée à la vulgarisation. C'est là que les découvertes qui viennent sans cesse augmenter le trésor de nos connaissances scientifiques seraient exposées et discutées de manière à être facilement

comprises et appréciées par tout lecteur instruit, mais non spécial ; c'est là aussi que seraient traitées les questions, aujourd'hui si importantes où la science et la philosophie se rencontrent, à la limite commune de leurs domaines ; c'est là enfin que, pour l'honneur de la science encore plus que de la religion, seraient réfutées les erreurs souvent monstrueuses que le charlatanisme des sectaires contemporains essaye d'accréditer au nom de la science.

» Depuis un siècle, l'importance sociale de la science a singulièrement grandi. Je ne fais pas allusion, Messieurs, aux progrès inattendus, incroyables, qu'elle a réalisés dans l'ordre matériel. Ces triomphes-là nous environnent et nous pressent de toutes parts ; on peut se dispenser de les signaler. Ils remplissent les continents et les îles, on les rencontre sur toutes les mers ; ils planent dans les hauteurs de l'atmosphère, ils serpentent au fond des océans. Tout cela est grand sans doute, et d'une valeur considérable pour la société ; mais ce qui doit nous paraître plus important encore, au point de vue social, ce sont les conquêtes qui, sur plusieurs points, ont amené la science jusqu'au voisinage de la ligne où commence la philosophie. Pour ne citer qu'un exemple, mais un exemple remarquable, l'étude scientifique des phénomènes vitaux dans les plantes, dans les animaux et dans l'homme a fait, depuis quelques années, des progrès très sérieux dans cette direction. La physiologie, éclairée elle-même par la mécanique, jette déjà ses reflets sur les problèmes psychologiques de la sensation et du mouvement volontaire. Croyez-vous que sur ce terrain, qui confine à la morale, près duquel se traitent les intérêts les plus élevés de l'homme, la science, même spéculative, ne doive pas, avec l'autorité de ses méthodes et de ses succès, être considérée comme une puissance sociale ? Les ennemis de la vérité n'ont là-dessus aucun doute ; ils s'empressent de s'attribuer le monopole de cette puissance, et avec la jactance qui les a toujours caractérisés, ils proclament au nom de la physiologie le triomphe du matérialisme. Ces prétentions seraient ridicules, si elles n'étaient pas si dangereuses ; mais elles mena-

cent une philosophie qui est la base de la religion ; nous ne pouvons pas les mépriser, nous devons les combattre, nous devons les réfuter, par amour pour la religion sans doute, mais au nom de la science et, comme je le disais, pour l'honneur même de la science. Il faut pour cela que le physiologiste s'instruise en philosophie, il faut que le philosophe s'instruise en physiologie. Or la revue que nous voulons fonder sera une véritable salle de conférences ouverte à cet enseignement mutuel. C'est donc une œuvre vraiment sociale, une œuvre digne de notre association ; car d'après nos statuts nous sommes tous de « ceux qui reconnaissent l'importance d'une culture scientifique sérieuse pour le bien de la société. »

» Ce que nous venons de dire de la philosophie spiritualiste, s'applique aussi à la religion révélée. Les progrès de la géologie, de la paléontologie, de l'ethnographie, de la linguistique, peuvent souvent servir à mettre en lumière la véracité de nos livres saints ; mais on peut plus souvent encore, quand on n'est pas trop difficile sur la logique et sur l'honnêteté, s'en servir pour attaquer la révélation. Les adversaires inquiets du christianisme ne manquent aucune de ces occasions. Nous devons donc les surveiller sans cesse, nous devons les déloger chaque jour impitoyablement de toutes les broussailles où ils vont s'embusquer. Telle sera la polémique de notre revue. Ce n'est pas notre unique devoir, mais c'est celui que nous indique le plus naturellement notre belle devise : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.* »

Voilà, Monsieur, comment on s'est croisé à Bruxelles contre la science. On a pris d'excellentes mesures pour la répandre ; et vous, qui lui êtes si dévoué, vous n'en dites rien. Peut-être avez-vous cru que ces mesures n'étaient qu'un « prétexte », que « le moindre de nos soucis » serait de les exécuter. Je vous ai déjà appris que c'est là une erreur, que la *Revue des questions scientifiques* existe, et qu'elle attend votre examen. Je viens de vous apprendre que la croisade, découverte et dénoncée par vous, n'était pas organisée con-

tre la science, mais contre le charlatanisme des sectaires contemporains qui s'en disent les représentants. Vous aviez pris l'un pour l'autre. Enfin pour vous délivrer d'une troisième erreur, je vous avertis que vous vous faites illusion sur l'état de nos forces. Cette croisade du XIXe siècle est organisée, comme les autres, au cri de *Dieu le veut!* Tout ce qui croit en Dieu penche pour les croisés. Vous êtes pour les Sarrasins. Prenez garde, c'est le mauvais côté.

Maintenant que les armées sont en présence, il est intéressant de connaître les plans de campagne. Puis-je vous demander dans quel journal, dans quel feuilleton vous avez découvert le nôtre? L'auriez-vous inventé de toutes pièces? Ou peut-être.....; mais n'anticipons pas, et laissons au lecteur le plaisir de deviner. Le fait est que vous donnez un plan assez détaillé dans les derniers paragraphes de votre premier chapitre :

« Ne semble-t-il pas qu'on entreprend une tâche bien difficile? Pourquoi s'embarrasser d'un intrus si incommode, et même si dangereux? On ne s'impose de pareils sacrifices qu'à la condition d'espérer, en retour, de grands avantages. On veut, en effet, cesser de manifester la frayeur qu'on a de la bête noire, on va chercher à l'enchaîner, à lui couper les griffes. Le pasteur pourra dès lors la montrer aux brebis derrière les barreaux de la cage; son air abattu témoignera combien elle est inoffensive et éloignera les terreurs que sa naissance a provoquées. Il aurait bien mieux valu en finir d'un seul coup, mais le temps des exécutions sommaires est fini; il ne reste plus, maintenant qu'on est moins fort, qu'à être ou à paraître plus adroit. Il s'agit moins, en effet, de vaincre que de pouvoir, à n'importe quel prix, s'attribuer la victoire.

» Peu importe que la science résiste, si on peut soutenir qu'elle est soumise. Les yeux des fidèles ne sont pas généralement très perçants, ils ne verront que ce qu'on voudra bien leur montrer. On choisira parmi les vérités scientifiques, et, par le double travail de l'expurgation et de l'arrangement, on arrivera bien à produire quelque chose de décent : les Universités bien pensantes se chargeront de la besogne. Mais on a besoin de cacher l'artifice, sans quoi l'impuissance du pauvre mutilé frapperait tous les regards; c'est pour cela qu'on a fait appel aux amis du dehors. On imitera le ton et les allures ordinaires; on aura aussi bien que les rivaux des mémoires à lire, des discours à prononcer, des comptes rendus à publier, voire même parfois des œuvres utiles à tenter. Si la qualité n'y est pas, on y suppléera par le soin

des détails et la vigueur de la propagande. On commence doucement ; mais, dès que les adhésions seront suffisantes (et c'est là le point le plus facile du programme), on pourra alors faire quelque bruit. Ce système de congrès est assez commode quand on a son idée en tête. Chaque année on se déplace, on convoque des adhérents de tous les pays ; rien n'est favorable à la propagande catholique comme les réunions internationales : quelle que soit la patrie, on est soumis à la même loi, au même chef. il est donc bien facile de s'entendre partout. On n'aura pas même besoin d'un bien grand nombre de ces assemblées pour définir la grande œuvre, la science catholique, la chose est assez claire.

» Quand les catholiques jouiront de leurs conciles scientifiques, les protestants ne sauraient se priver de l'avantage d'avoir les leurs, ils y sont d'autant plus autorisés que leur confession est celle qui compte le plus grand nombre de savants ; leur distribution géographique est aussi bien plus vaste (sic) que celle des catholiques, ils pourraient donc aisément fonder la science protestante dont le succès serait bien plus éclatant que sa rivale (sic). Nous espérons que nous aurons aussi la science israélite, dont la base, c'est-à-dire la genèse, ne saurait manquer d'inspirer le respect aux chrétiens. Pourquoi les musulmans, les bouddhistes et tant d'autres croyants resteraient-ils oisifs en présence de ce grand mouvement intellectuel? Ils auraient grand tort, car il n'est pas de religion qui n'ait sa cosmogonie, c'est-à-dire sa science en dehors de laquelle tout n'est qu'erreur. Si l'une d'elles cherche à éclipser les autres, on peut s'attendre à des protestations. Notre génération assisterait donc à une recrudescence d'activité religieuse, ce qui serait d'autant plus extraordinaire, que le point de départ n'a absolument rien de commun avec aucune confession, avec aucun sentiment religieux. »

Eh bien, Monsieur, je regrette de devoir le dire, parce que je vais peut-être vous enlever la confiance de vos chefs, je vous soupçonne fort d'avoir copié ce plan de campagne au conseil de guerre des positivistes. C'est, à votre point de vue, une grave imprudence. Avant de le publier, vous avez partout substitué notre nom au lieu du vôtre ; mais ce stratagème puéril est insuffisant ; il y a là des manœuvres si caractéristiques que tout le monde les reconnaît. Qu'en lisant, par exemple, votre second paragraphe, on remette simplement positiviste au lieu de catholique, et l'on aura une description étonnamment exacte de votre tactique ordinaire. Sans sortir de votre article, on vient de voir la toilette pastorale que vous avez dû faire à mon rapport avant de le « montrer à vos brebis. » Une cause est bien faible, Mon-

sieur, quand elle en est réduite à de pareils moyens. Heureusement, la cause religieuse n'a jamais besoin d'y recourir. Je conçois fort bien la répugnance qu'ils doivent vous inspirer à vous-même; car chez moi cette répugnance serait invincible, et je n'hésiterais pas à répudier une cause qui ne pourrait s'en passer. Voyez plutôt comme j'ai traité aujourd'hui votre science, que je n'appelle pas une « bête noire. » Je l'ai accueillie avec empressement, sans *frayeur* il est vrai, mais aussi sans rudesse. En vous citant *in extenso*, je la montre bien telle qu'elle est, avec toutes ses « griffes, » entre guillemets et non « dernière les barreaux d'une cage. » Si malgré tout, « son air abattu témoigne combien elle est inoffensive, » franchement, ce n'est pas ma faute.

Cependant, je l'avoue, il y a dans votre premier paragraphe des choses qui ne se retournent pas contre vos amis. Il n'est pas vrai que les positivistes renoncent à en finir d'un seul coup; il n'est pas vrai qu'ils regardent le temps des exécutions sommaires comme fini. Ils nous l'ont bien fait voir, il n'y a pas longtemps, et ils nous en avertissent encore tous les jours. Mais je ne veux pas arrêter aujourd'hui vos regards sur ce vilain côté de la cause que vous servez; je ne veux pas non plus critiquer votre paragraphe final, qui est évidemment le moins *étudié* de tout votre article, et qui, d'ailleurs, n'a aucune portée. Il est déjà bien assez cruel d'avoir découvert, sur vous et malgré vous, les secrets de vos généraux.

Puissent-ils vous le pardonner et continuer à vous employer. Car, malgré « le langage un peu terne qui vous a paru suffisant pour votre début », nous serions heureux de vous revoir. Si pourtant vous deviez être écarté, j'espère bien que vos supérieurs ne voudront pas perdre les renseignements que je leur fournis aujourd'hui. Donnés pour X, ces renseignements pourront être utilisés par Y. Mieux renseigné et moins naïf, Y sera peut-être un lutteur plus sérieux. C'est ce que nous désirons.

I. Carbonnelle S. J.

BIBLIOGRAPHIE.

I.

Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, *par* M. Cyrille Grand'Eury, *Ingénieur à Saint-Étienne.* 2 parties in-4°, la 1re, *Botanique*, pp. 1-348 ; la 2e, *Géologie*, pp. 349-624, et un *Atlas* également in-4°, comprenant une carte coloriée du bassin houiller de la Loire, XXXIV planches lithographiés de végétaux fossiles et 4 grands tableaux se développant de végétaux restaurés de l'époque de la houille. — Imprimerie nationale, 1877.

Dès 1869, M. Grand'Eury avait présenté à l'Académie des Sciences de Paris les résultats déjà très remarquables de ses recherches sur les végétaux fossiles du bassin de Saint-Étienne. Cependant il continuait ses travaux, et put communiquer successivement de nouvelles découvertes à M. Brongniart rapporteur de la commission chargée d'examiner le mémoire primitif. Le rapport de M. Brongniart, à la fois très intéressant et très flatteur pour M. Grand'Eury se trouve dans les *Comptes rendus* de l'Académie, année 1872, 2e partie, p. 391 ; il a paru également dans les *Annales des Sciences naturelles*, *Botanique*, 1872, p. 202.

C'est en 1875 seulement, après 12 ans de travaux assidus que M. Grand'-Eury a commencé l'impression du beau livre qui vient de paraître et dont je voudrais faire apprécier l'importance.

Sans aucun doute le nombre des pages et le développement du format constituent à eux seuls des caractères peu sûrs, quand il s'agit de porter un jugement sur la valeur d'un ouvrage. Mais quand on a pu se convaincre, par une lecture attentive, que les 624 pages in-4 du mémoire

de M. Grand'Eury sont absorbées par l'exposition serrée, strictement scientifique, des recherches personnelles d'un seul homme, que ce texte et un atlas de près de 40 planches ne suffisent pas à contenir l'enregistrement de tous les faits nouveaux, souvent du plus haut intérêt, qui ont été constatés par l'auteur, il devient évident qu'on se trouve en présence d'un de ces monuments qui marquent les étapes dans la marche de la science.

Jusqu'ici, en effet, l'étude de la flore houillère s'était bornée trop généralement à ne décrire que des débris épars de végétaux incompris ou restaurés par de simples vues d'imagination. A la suite d'un travail heureux, favorisé par des circonstances exceptionnelles, M. Grand'Eury, sans négliger l'exposition des faits particuliers, s'est appliqué, avec un rare succès, à reconstruire des groupes entiers de végétaux, et a réussi à fixer leur place définitive dans les cadres de la Botanique systématique.

C'est dans cet ordre des idées générales, de la comparaison morphologique des végétaux anciens avec ceux de nos jours afin d'arriver à une intelligence plus complète du développement historique des êtres vivants et du globe, que rentrent la plupart des vues et des faits nouveaux qui constituent le grand mérite du livre que nous examinons. Il faut bien le dire, M. Grand'Eury a sans doute recensé, classé et nommé avec un soin minutieux tous les débris, toutes les empreintes qu'il a pu découvrir; c'était la base nécessaire des généralisations qui le préoccupaient; mais pour le botaniste géologue qui voudra reprendre tout cet édifice pierre par pierre, et comparer les faits qu'il a sous la main à ceux qui viennent d'être exhumés à Saint-Étienne, la partie descriptive de la *Flore carbonifère du bassin de la Loire*, se trouvera insuffisante. Ce grand travail de synthèse en appelle un autre qui lui serve de complément et dans lequel les espèces nouvelles établies par l'auteur seront décrites plus amplement et figurées, au moins par portions, en grandeur naturelle.

La première partie, intitulée *Botanique*, de la *Flore carbonifère* se se subdivise à son tour. Elle comprend d'abord un *Inventaire* descriptif des débris de plantes fossiles recueillies dans le bassin de la Loire.

La Flore houillère de Saint-Étienne, reconstituée par M. Grand'Eury, « peut se partager, par parties également importantes, entre les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames dicotylédones gymnospermes, sans Angiospermes au point de vue de l'appareil de fructification, sans Monocotylédones au point de vue de la structure. » L'auteur a puissamment contribué à justifier cette exclusion des Monocotylédones en faisant voir que les *Cordaites* sont des Gymnospermes et que les *Medullosa* de Cotta, rapportés par Gœppert aux Monocotylédones, ne sont que des pétioles de Fougères.

Les Cryptogames sont représentées par trois grandes classes : les *Calamariées* Endl., qui correspondent à nos Equisétacées, les *Sélaginées* ou Lycopodiacées et les *Filicacées* ou Fougères.

L'auteur rattache aux *Calamariées* trois types principaux, les *Calamites*, les *Annularia* et les *Sphenophyllum*.

Pas plus que ses devanciers, M. Grand'Eury n'a pu retrouver, ou du moins reconnaître avec certitude les parties aériennes supérieures du *Calamites Suckowii*, ni de la plupart des espèces voisines; la restauration qu'il a tentée du *Cal. Cistii* n'est ni complète, ni peut-être absolument satisfaisante; mais, en revanche, il nous a fourni des détails extrêmement curieux sur le développement, la multiplication par rhizomes et la structure de ces plantes. Il a reconnu, en particulier, une couche cellulaire interne s'avançant en forme de diaphragme dans l'épaisseur du moule, à l'extrémité supérieure de chaque mérithalle.

M. Grand'Eury a d'ailleurs rencontré fréquemment l'occasion d'examiner en place de véritables forêts de Calamites,

M. Schimper avait rattaché, dans son *Traité de Paléontologie végétale*, les *Astérophyllites* aux Calamites dont ils auraient constitué les rameaux chargés de feuilles tubulées, disposées en verticilles ; il leur avait appliqué dès lors le nom significatif de *Calamocladus*. M. Grand'Eury, à la suite d'observations qui lui ont paru concluantes, voit dans les Astérophyllites, les rameaux de plantes conformées d'une façon passablement différente, qu'il désigne sous le nom de *Calamophyllites*. L'écorce de ces tiges était lisse ou imparfaitement cannelée ; elle était mince et recouvrait une autre zone qui, à l'état de charbon, atteint 3-5 mm.; c'est le moule intérieur de cette zone qui prend une forme *calamitoïde*, de manière que ces plantes de la houille rappellent ce que les *Equisetum Mougeoti* et *arenaceum* devaient présenter à une époque plus récente. L'ancien *Cal. approximatus* Brgt. correspondrait au moins partiellement à des moules internes de Calamophyllites.

Les *Volkmannia* Sterbn. sont des épis fructifiés d'Astérophyllites. Il ne me semble pas inutile de remarquer que M. Grand'Eury n'ayant bien constaté ni les parties supérieures des Calamites, ni les parties inférieures et souterraines de ses Calamophyllites, tout n'est pas encore dit sur ces questions difficiles.

Les *Annularia minuta* et *radiata* sont encore très voisins des Astérophyllites, tandis que les *A. sphenophylloides* et *longifolia*, très communs à Saint-Étienne, constituent un type bien défini de plantes nageantes, à feuilles verticillées comme celles des *Galium* actuels.

Le genre *Sphenophyllum* compte à Saint-Étienne de nombreuses formes décrites avec soin par M. Grand'Eury à qui on doit d'ailleurs cette observation intéressante que les feuilles, dans ce genre, se trouvent être, dans chaque verticille, un multiple de 3 : 6, 9, 12. La structure des tiges a été reconnue par M. B. Renault, sur des échantillons silicifiés *(Sph. stephanense)*.

Classe des Filicacées. Les couches moyennes et supérieures du terrain houiller de Saint-Étienne sont extrêmement riches en débris de fougères, à ce point que M. Grand'Eury pense que ces végétaux ont formé la masse principale de la houille dans cette zone.

Après avoir parfaitement établi le peu de valeur d'une classification générale des Fougères basée sur les découpures des frondes, et même sur la nervation, il est parvenu à une distribution plus sérieuse, fondée sur

les organes de fructification, l'arrangement, la structure et la déhiscence des sores et des capsules; c'est grâce aux éléments précieux d'observation que lui ont fournis les végétaux silicifiés d'Autun et de Grand'-Croix que M. Grand'Eury a pu établir ces distinctions, si délicates quand il s'agit de fougères fossiles.

Les fougères qu'il a rencontrées dans le bassin de la Loire se partagent pour lui en trois tribus : les *Hétéroptéridées* comprenant les *Sphenopteris* et quelques *Pecopteris* herbacés; les *Pécoptéridées* arborescentes et enfin les *Névroptéridées* avec les genres *Neuropteris*, *Odontopteris*, et même le genre *Alethopteris* détaché récemment des *Pecopteris*.

Pour un grand nombre d'espèces, les frondes ont pu être rattachées aux tiges qui les avaient portées, de manière à reconstituer complètement ces plantes si remarquables de l'époque houillère.

Il est intéressant d'apprendre, au point de vue de la distribution des espèces, que les *Sphenopteris*, en général, et le *Sph. irregularis*, en particulier, si communs dans les couches supérieures du terrain houiller du nord de la France, sont rares et à peine représentés dans le bassin de Saint-Étienne; la même observation se présente au sujet du *Pecopteris nervosa*

L'auteur donne le nom de *Paragonorrhachis* à des expansions membraneuses laciniées, déjà connues sous celui de Schizopteris (à réserver pour des végétaux autonomes), et qu'il a constatées sur les *rachis* de 4 autres espèces.

« Sous les titres de *Rhachiopteris* et de *Phthoropteris*, M. Grand'Eury a trouvé et classé, à la suite de Corda, de petits pétioles et des tiges de Fougères herbacées qui rentreraient dans la tribu des *Hétéroptéridées*.

Les véritables *Pecopteris* sont aussi nombreux que variés à Saint-Étienne, où la plupart semblent provenir de Fougères en arbre. Leur fructification paraît, de plus, modelée sur le même type essentiel... le groupe des véritables *Pecopteris* pourrait assez bien se définir : *par des frondes bipinnées* (ambitu subrectangulari), *avec une faible décroissance des divisions, plus faciles à identifier spécifiquement; par des pinnules entières non confluentes ni rétrécies à la base, traversées, suivant toute la longueur, par une nervure moyenne très marquée, et, latéralement, par des nervures subperpendiculaires, simples ou bifurquées.*

» La forme et les découpures des feuilles les ont fait comparer aux *Cyathea*, dont, de plus, ils ont le port arborescent; mais leur fructification, composée de capsules coriaces, sans anneau élastique d'aucune sorte, leur assigne une place près des Marattiacées.

« Plusieurs *Pecopteris* étaient connus avec des réceptacles saillants de *Cyathea* et avec des sores d'*Asterocarpus;* mais on ignorait au moins la structure des capsules.

« Après avoir découvert les divers modes de fructification de la plupart des emprintes de *Pecopteris*, j'ai trouvé, dans les magmas silicifiés d'Autun et de Grand'Croix, les moyens de constater cette structure et, par suite, de déterminer rigoureusement la place de ces Fougères dans la méthode naturelle.

« Nous allons décrire successivement les genres et espèces de frondes, avec leurs organes de reproduction; la connaissance assez complète que nous avons de ces deux parties nous permettra de généraliser les résultats acquis.

« Sous le nom de *Stipitopteris,* nous examinerons ensuite les pétioles épais de ces Fougères, de dimension moyenne assez égale et en rapport avec celle des cicatrices de *Caulopteris* dont ils ont de plus la structure.

« Puis nous étudierons, avec toute l'attention qu'ils méritent, les *Caulopteris* et les bases de ces tiges, qui sont les *Psaronius* . Nous finirons le grand chapitre des Pécoptéridées par un essai de restauration du port de ces Fougères, qui ressemblent de forme aux *Cyathéacées*, mais avec une fructification identique à celle des Marattiacées. »

Cette page que j'ai cru utile de transcrire ici, fait bien voir l'importance et la nature du travail exécuté par M. Grand'Eury, au sujet des *Pecopteris;* je me contenterai dès lors de faire ressortir, dans cette analyse, un certain nombre de faits saillants, sans toujours suivre l'auteur pas à pas.

Il a sans doute constaté, ce que l'on savait déjà, que la fructification a lieu sous la forme d'*Asterotheca*; mais il a précisé la nature de cette apparence *stelliforme* souvent mal interprétée. Il a vu qu'elle provient de la disposition « de groupes de capsules autour d'un point, au nombre de trois à cinq, comme dans les *Mertensia,* mais soudées et formant ce qu'on appelle des *Synangium.* Les capsules, piriformes, sont appliquées tout autour d'une saillie inférieure à la feuille, correspondant, sur son dos, à une dépression punctiforme de la surface. Leur ensemble, conique, est plus ou moins saillant (1). » A l'aide de coupes transverses, M. Grand'-Eury a même observé le mode de déhiscence des capsules.

Ce mode de fructification semble propre aux Pecopteris de la section *Cyatheoides.* Les espèces de ce groupe les plus remarquables qui aient été constatées à Saint-Étienne sont les *Pecopteris arboreseens, cyathea, Candolleana, Sehlotheimii, hemitelioides* et *Lamuriana.* A la suite de ce groupe, M. Grand'Eury place une fougère qui lui a présenté la fructification d'un *Scoleeopteris.*

Les *Peeopteris-neuropteroides* forment un deuxième groupe caractérisé par des détails de nervation, mais de plus par des pinnules garnies en dessous de capsules pendantes, allongées et très nombreuses. Les *Pee. polymorpha, Bueklandi* et *pteroides* appartiennent à cette section, le premier surtout est commun à Saint-Étienne et dans tous les bassins houillers du centre.

Un troisième groupe sous le titre de *Goniopteris* embrasse, à Saint-Étienne, de nombreuses formes « qui se rangent autour des *Peeopt. unita* et *arguta*, liés l'un à l'autre par des formes transitoires, telles que les *Peeopt. emarginata, Lartetii, elegans* ». Ces Pecopteris ont des pinnules

(1) *Flore carbonif.* pp. 65-66.

(2) Ib. p. 67.

toujours soudées dans leur plus grande étendue et des nervures plus ou moins fasciculées dans chaque lobe. Les *Synangium*, formés de cinq ou six capsules allongées et pendantes, étaient moins serrés que dans le groupe précédent, mais disposés en lignes symétriques de manière à produire une apparence quadrillée.

M. Grand'Eury désigne sous le nom de *Stipitopteris* de gros rachis de Fougères, gisant mêlés aux *Pecopteris* d'une part et de l'autre aux *Caulopteris* de façon à relier ces débris extrêmes de Fougères en arbres. La structure de ces rachis correspond bien d'ailleurs à celle des Caulopteris. Ces derniers constituent les parties supérieures, avec cicatrices bien nettes, des tiges de Fougères arborescentes ; tandis que les parties nommées *Psaroniocauton* Grand'Eury avaient déjà ces cicatrices altérées par l'accroissement ou dissimulées sous une couche de racines adventives ; les *Psaronius* enfin sont les bases de pose de ces mêmes Fougères.

Au sujet des *Cautopteris*, nous devons à M. Grand'Eury plusieurs observations très remarquables. Il a fait très bien voir les affinités qui relient ces Fougères fossiles aux *Cyathea* actuels au point de vue de la configuration des cicatrices foliaires, à l'extérieur, tandis que la distribution intérieure des faisceaux est celle que l'on constate encore dans les souches d'*Angiopteris* ; « de sorte que, dit M. Grand'Eury, avec un port de *Cyathea*, les *Cautopteris* ont une organisation interne de Marattiacées, en harmonie avec la fructification des frondes. »

Les *Cautopteris* dont l'auteur signale jusqu'à 11 espèces, la plupart nouvelles, seraient encore moins communs à Saint-Étienne que les *Ptychopteris*, ou tiges à cicatrices décurrentes et tendant à se recouvrir bientôt de racines adventives. Le *Ptychopteris macrodiscus* est le type de ce genre.

Ce sont les portions moyennes de ces mêmes tiges de *Ptychopteris* et même de *Caulopteris* que M. Grand'Eury a retrouvées sur une foule de points du bassin de Saint-Étienne, en si grande abondance que la houille de plusieurs couches semble en provenir dans une proportion notable. L'étirement et l'effacement des cicatrices, masquées de plus par une couche épaisse de racines adventives, avaient rendu jusqu'ici ces tiges méconnaissables ; aussi M. Grand'Eury regarde-t-il avec justice leur exacte détermination comme l'une de ses meilleures découvertes.

Il a pu, d'un autre côté, constater le passage de *Psaronius* en place à des *Psaroniocauton*, vers le sommet, de manière que la restauration du type des fougères arborescentes de l'époque houillère est complète. Ces *Psaronius* étaient caractérisés par des bandes vasculaires dispersées dans tout l'intérieur, ce qui les rattache aux Marattiées de nos jours.

Ne pouvant reproduire ici tous les détails de l'organisation de ces troncs de fougères, je me contenterai de rappeler que, d'après les observations de M. Grand'Eury, « les radicules des *Psaronius*, au lieu de descendre en général jusqu'au pied avant de s'étaler, sortent et s'épanouissent à diverses hauteurs, comme si — et cela est manifeste — la plante se fût développée au milieu des eaux courantes et se fût en quelque façon constamment appuyée sur le lit montant des dépôts, en émettant des

racines nouvelles au fur et à mesure de l'enfouissement des autres; il faut croire alors que les tiges vivaces périssaient dans leur partie inférieure trop enfoncée dans la boue pour être accessible à l'air. Aux changements horizontaux que l'on remarque dans la roche, on juge parfaitement que les racines n'étaient pas souterraines, mais tombaient dans l'eau.

« Nons avons ainsi, dans les bases de tiges qui pullulent dans les forêts fossiles du bassin de la Loire, les témoins de nombreuses Fougères en arbres qui croissaient dans les eaux sédimentaires pendant la formation du terrain houiller supérieur (1) ».

Le corps vasculaire de ces Psaronius atteignait 10-20 centim. de diamètre, entouré, à la base, d'un amas conique de radicules qui peut aller à $1^{m}50$ et 2^{m} de diamètre; de ce cône s'élevaient les *Psaroniocaulon* qui accusent des tiges de 20^{m} de hauteur au moins en moyenne.

A côté des *Psaronius* ordinaires on trouve encore à Saint-Étienne d'autres troncs de la section des Helmintholithi de Gœppert, appelés *Tubiculites* par M. Grand'Eury. Leur structure, très bien conservée dans des spécimens sidérifiés de la Porchère, a fait voir un corps central formé de bandes vasculaires comme dans les Psaronius et un système sous-cortical épais dans lequel couraient, parallèlement à l'axe, de nombreuses racines (d'apparence ligneuse) d'autres racines se développaient du reste en dehors de l'écorce, comme dans les Psaroniocaulon ordinaires. Jusqu'ici il n'a pas été possible de déterminer quelles frondes couronnaient ces singuliers troncs de fougères à racines invaginées.

Malgré de patientes recherches qui l'ont conduit à des résultats d'ailleurs très remarquables, M. Grand'Eury n'a pu mener la restauration des Fougères de la tribu des *Névroptéridées* à aussi bonne fin que celle des *Pécoptéridées* : l'absence de fructifications, le caractère disparate des formes et des structures, comparées à ce que nous voyons de nos jours, ont créé des obstacles jusqu'ici infranchissables.

L'auteur distingue, dans cette tribu qu'il appelle *anomale*, les *Aléthoptérides* avec les genres *Alethopteris*, *Lonchopteris*, *Callipteridium* et *Callipteris*, et les *Névroptérides* embrassant les *Odontopteris*, les *Neuropteris* et les *Dictyopteris*.

On pourrait, au point de vue de la nervation, critiquer les rapprochements de genres établis dans cette tribu; mais en l'absence des fructifications, toute autre combinaison n'aurait guère de base plus solide.

Le genre *Alethopteris* est représenté à Saint-Étienne par l'*A. Grandini* que j'ai recueilli moi-même, sur les indications de M. Grand'Eury, en abondance au puits Montaud.

Les *Callipteridium*, absents du terrain houiller moyen, ont de nombreuses espèces à Saint-Étienne, tandis que les *Lonchopteris*, par contre, y font défaut.

Au sujet des *Odontopteris*, l'observation saillante due à M. Grand'Eury, est la constatation de quelques pinnules d'une espèce de ce genre, dont chaque nervure aboutissait à une capsule de forme oblongue.

(1) *Flore carbonifère*, p. 94.

Les *O. Reichiana*, *Brardii*, et *obtusiolba*, accompagnés de leurs *Cyclopteris* à formes si inconstantes sont les espèces les plus répandues à Saint-Étienne.

Les *Neuropteris* y sont moins répandus que dans le terrain houiller moyen ; le *N. flexuosa* est peut-être l'espèce la plus remarquable. Le genre *Dictyopteris* a trois espèces, les *D. neuropteroides*, *Brogniarti* et *Schützei*.

Les *Tæniopteris* ont déjà deux espèces dans le terrain houiller supérieur de Saint-Étienne.

M. Grand'Eury pense avec raison que certaines empreintes aplaties et striées en long, prises par Sternberg, Geinitz et d'autres auteurs pour des *Nœggerathia*, ne sont autre chose que les pétioles des Névroptéridées ; ces empreintes portent des ramifications bien visibles et parfois des folioles cycloptéroïdes, elles gisent mêlées aux frondes des genres *Neuropteris*, *Odontopteris* et *Alethopteris*; divers rapprochements ont permis de compléter la démonstration. Il résulte de là que les frondes des fougères névroptéroïdes étaient de dimensions colossales et formaient un développement qui pouvait dépasser 10 mètres.

S'appuyant sur des faits d'adhérence qui lui ont paru suffisamment précis, M. Grand'Eury identifie aux *Aulacopteris* les portions de tissus décrites par Cotta sous le nom de *Medullosa*, et plus récemment par M. Renault, sous celui de *Myelopteris*; dès lors il n'est plus possible de voir dans les *Medullosa* ni des Cycadées, ni des Monocotylédones comme l'ont fait divers paléontologistes.

M. C. d'Ettingshausen se basant sur les découpures du feuillage avait trouvé aux Fougères du terrain houiller des analogies avec les formes les plus diverses du monde actuel ; les études de M. Grand'Eury ayant eu pour objet principal la fructification et la structure des stipes et des pétioles ont abouti à des conclusions fort différentes. Les deux groupes essentiels des Fougères de la houille, les Pécoptéridées et les Névroptéridées se rattachent dès lors aux Marattiées actuelles, qui sont en pleine décadence, comme nombre d'espèces et comme structure ; il n'y a point de faits solidement établis qui prouvent l'existence, pendant la période houillère des *Polypodiacées* si nombreuses et si variées de nos jours.

M. Grand'Eury suppose, mais sans avoir pu l'établir complétement, que les Ophioglossées, également peu nombreuses dans la Flore actuelle, avaient des représentants gigantesques et variés dans les *Palæopteris*, les *Doleopteris* et les *Schizopteris*.

Classe des Sélaginées. — Les *Lépidodendrées* qui représentent cette classe dans le terrain houiller n'ont pas, dans le bassin de Saint-Étienne, la richesse de formes, ni l'importance qu'elles possédaient dans les couches moyennes, par exemple, dans le bassin du Nord de la France et de la Belgique. Le genre *Lycopodites* qui fait plutôt partie des Lycopodiacées actuelles plus modestes, avait au moins deux espèces à Saint-Étienne; on y trouve d'ailleurs un certain nombre de formes des genres *Lepidodendron*, *Lepidofloyos* (qu'il conviendrait d'écrire *Lepidophlœus* ou *Lepidophlœum)*, *Halonia*, avec des feuilles *(Lepidophyllum)* des

macrospores et des cones de fructification (*Lepidostrobus*). Toutefois ces fossiles n'étant ni très nombreux, ni bien nouveaux je ne m'y arrêterai pas davantage.

Phanérogames-Gymnospermes. — Le bassin de Saint-Étienne qui appartient aux couches supérieures du terrain houiller renferme des débris de Gymnospermes avec une richesse de formes génériques et spécifiques et d'une abondance qu'on n'aurait pas soupçonnées dans cet étage; la seule zone des quartz de Grand'Croix a fourni à M. Brongniart des graines qui accusent près de vingt genres différents; les bois fossiles que M. Grand'Eury rapporte par analogie à la même classe de végétaux ne sont pas moins variés.

De l'ordre des *Sigillarinées*, les *Sigillaria* se trouvent parfois à Saint-Étienne en grande quantité, mais sur des points déterminés et relativement peu nombreux, et du reste avec une variété d'espèces bien moindre que dans le bassin du Nord de la France; on peut remarquer encore, d'après l'ouvrage que j'analyse, la présence des *Sigillaria* du terrain houiller moyen, dans les couches inférieures du bassin de Saint-Étienne, par exemple à Rive-de-Gier; c'est là que se trouvent les *S. Sillimanni*, *rugosa*, *elliptica*, *scutellata*, tandis que les espèces spéciales à Saint-Étienne sont les *S. Brardii* et *spinulosa*. M. Grand'Eury a vu sur une tige de *S. lepidodendrifolia*, mesurant plus de trois mètres de long, une masse de feuilles linéaires, dressées, dépassant un mètre. Le *Sig. Brardii* portait des rameaux assez nombreux et ouverts. Le même observateur dit d'une part (p. 159) avoir constaté, comme attachés positivement à des tiges de *Sigillaria*, des épis qui auraient pu contenir des macrospores, et de l'autre (p. 163) il aurait reconnu à la base de feuilles qu'il attribue au *S. spinulosa* l'empreinte d'une graine unique anguleuse; finalement il s'associe aux conclusions de MM. Dawson et Newberry qui regardent les *Trigonocarpus* comme des graines de *Sigillaria*. C'est assez dire que le mode de fructification de ces végétaux est loin d'être connu. Les observations que j'ai faites dans le Nord ne me permettent guère de conserver comme autonome le genre *Syringodendron* Brgt, maintenu par M. Grand'Eury; le *S. alternans* Sternb. n'est certainement pas autre chose que le *Sigill. reniformis* dépouillé de son écorce.

La structure des tiges, étudiée sur des spécimens silicifiés, par Brongniart d'abord et récemment par MM. Grand'Eury et B. Renault éloigne les *Sigillaria* des Cryptogames et les rattache aux Gymnospermes; mais alors ces végétaux n'auraient pas eu des épis à macrospores comme les Lépidodendrons. L'auteur de la *Flore carbonifère* dit avoir trouvé des Syringodendrons avec des *Stigmariopsis* pour racines, et il incline, en général, à regarder les *Stigmaria* comme appartenant aux *Sigillaria*, ce qui n'est guère d'accord avec les affirmations très catégoriques de M. Schimper soutenant que les *Stigmaria* sont des racines de Lépidodendrons. Les incertitudes que je signale en passant n'étonneront pas les personnes qui savent quelles difficultés on éprouve à vouloir reconstruire les Flores fossiles anciennes à l'aide de débris fragmentaires.

Une autre de ces difficultés se rencontre dans l'attribution des graines

souvent volumineuses que l'on trouve en grand nombre, dans les schistes et les grès houillers. M. Brongniart profitant de l'état de conservation si remarquable des graines dans les quartz de Grand'Croix, a pu établir que ce sont des graines de Gymnospermes, analogues à celles des Cycadées, des Taxinées et des Gnétacées; ces graines ont d'ailleurs un caractère commun des plus remarquables, celui de présenter au sommet du nucelle une cavité dans laquelle, sur des préparations bien réussies, M. Renault a mis en évidence des grains de pollen fossiles.

Dans le chapitre que j'analyse en ce moment, M. Grand'Eury signale de nombreux *Trigonocarpus* et *Carpolithes*, dont M. Brongniart allait publier une description monographique lorsque la mort est venue l'enlever à ses travaux. Sous le titre de *Groupe ambigu des Nœggerathiées*, l'auteur a réuni des éléments sans doute fort disparates, tels que les *Nœggerathia*, les *Schizopteris*, *Aphlebia* et *Doleropteris* comme feuillage, et les *Rhabdocarpus* comme graines; on y trouvera cependant des détails et des observations très curieuses que je regrette de ne pouvoir reproduire ici.

J'ai hâte d'arriver à l'examen d'un ordre de végétaux dont M. Grand'-Eury pourrait revendiquer la propriété, en raison des découvertes inattendues et de première importance qui lui ont permis de faire des *Cordaïtées* une sorte de révélation aux amateurs de Botanique fossile.

Il distingue d'abord, sous le nom de *Dory-Cordaites*, les plantes dont les longues feuilles rubannées, à nervures fines et denses, mais terminées en pointe, sont si communes dans le terrain houiller du Nord. Par suite d'une association qui ne se vérifie pas partout, les graines nommées *Samaropsis* par Gœppert, leur auraient appartenu. Les vrais *Cordaites* ont des feuilles obtuses, spatuliformes, ridées finement en réseau; les dimensions de ces feuilles varient du reste singulièrement avec les espèces; elles pouvaient atteindre 15 centimètres de large et dépasser 1 mètre de long dans le *C. anguloso-striatus;* elles étaient linéaires, étroites dans les *Poa-Cordaites*.

Des investigations persévérantes et attentives ont fait retrouver ensuite les rameaux qui portaient ces feuilles, puis le mode de ramification, la structure de l'écorce et du bois, les dimensions des tiges adultes, la disposition unisexuelle et monoïque des inflorescences et enfin les graines qui ne sont autre chose que les *Cardiocarpus* dont la provenance restait ignorée.

Les tiges principales ont été suivies sur des longueurs de 15 à 20 mètres sans changement d'épaisseur, ce qui permet de supposer une hauteur totale au moins de 30 mètres; les tiges aplaties mesuraient de $0^{m}40$ à $0^{m}80$ de large; il y avait d'ailleurs des espèces de dimensions moindres. Ces tiges élancées qui sans doute croissaient serrées les unes près des autres, se divisaient seulement vers le sommet en branches nombreuses, disposées sans ordre et retombant sous le poids de leurs amples touffes de feuilles. L'écorce des *Cordaites* était surtout remarquable à cause de l'épaisseur extraordinaire qu'elle pouvait prendre avec l'âge; à l'état de houille, elle se maintient encore avec des épaisseurs de 3 à 5 et même

7 centimètres; mais elle peut s'exfolier ou se diviser par lames concentriques. Ces écorces épaisses et résistantes ont formé, pour une grande partie, la houille de certaines couches du bassin de Saint-Étienne.

Le bois, souvent mal conservé, était déjà connu comme *Dadoxylon*, mais sans attribution déterminée; une particularité très curieuse de la structure de ces tiges mérite d'être citée; les rameaux et les tiges avaient une moelle épaisse qui finissait par se réduire à l'état de diaphragmes transverses, comme c'est encore le cas de nos jours pour le noyer. La fossilisation subséquente, par voie de remplissage du canal médullaire évidé, a donné lieu après la destruction du bois et l'entraînement de l'écorce à des tiges apparentes, rayées en travers et qui ont été décrites comme des végétaux autonomes, ce sont les *Artisia* de Sternberg; ils peuvent atteindre 10 centim. de diamètre.

Les inflorescences mâles, d'après M. Grand'Eury, se présentent sous la forme d'épis composés de bourgeons distiques; ces bourgeons globuleux, sont formés de petites écailles très nombreuses, imbriquées, obtuses ou terminées en crochet; on aurait même constaté, dans l'un de ces bourgeons, des anthères biloculaires s'ouvrant en long, et des grains de pollen.

Les inflorescences femelles avaient également la forme d'épis portant, à l'aisselle d'écailles foliaires, des rudiments de graines obtuses ou aiguës.

Enfin l'association constante des débris de Cordaites et des Cardiocarpus, le passage insensible des jeunes baies trouvées sur les épis de *Cordaites* aux Cardiocarpus à des états successifs de développement, permettent de conclure à une véritable identification. D'autre part, si les empreintes de ces graines conservées dans les schistes et les grés houillers sont déformées ou altérées, les quartz de la Péronnière, dans le même bassin de Saint-Étienne, ont livré d'autres graines admirable-conservées, de sorte que M. Brongniart a pu étudier leur structure et faire voir que leur organisation est celle des Taxinées se rattachant aux *Gingko*, aux *Podocarpus* et aux *Cephalotaxus*.

Les feuilles des Cordaites ont aussi des analogies avec celles des *Podocarpus* et des *Dammara*, Gymnospermes de l'époque actuelle.

De nombreuses planches servant à expliquer l'organisation des *Cordaites*, et un grand tableau de restauration achèvent de faire de cette partie du travail de M. Grand'Eury une véritable monographie de cet ordre si remarquable de végétaux, dont il a contribué plus que tout autre à nous donner une connaissance vraiment satisfaisante. Il faudrait pouvoir signaler au moins la découverte, due au même observateur, du *Dicranophyllum*, genre nouveau d'arbrisseaux à feuilles linéaires plissées et une à deux fois bifurquées vers l'extrémité.

La constatation, sur divers points du bassin de Saint-Étienne, des *Walchia piniformis* et *hypnoides* prouve bien qu'on s'y trouve au niveau du terrain houiller supérieur, à l'aurore du terrain permien.

Si le résultat des recherches de M. Grand'Eury sur la famille des *Calamodendrées* n'est pas aussi complet que pour les *Cordaïtées*, l'étude de ce groupe étrange et singulièrement difficile possède dès aujourd'hui,

dans la *Flore carbonifère du bassin de la Loire*, des bases solidement établies.

Il n'est plus possible de confondre, comme on l'a fait pendant longtemps, les *Calamodendrons* avec les Calamites. Lorsque ces dernières n'étaient que des plantes herbacées, fistuleuses, munies de distance en distance de diaphragmes correspondant aux articulations du cylindre végétatif, les Calamodendrées constituaient de vrais arbres, avec une zone ligneuse souvent très épaisse, qui a donné une couche de houille parfois de plusieurs centimètres. L'apparence calamitoïde qui les a fait prendre pour des Calamites est due à la forme de leur étui médullaire qui a produit sur le moule de remplissage des cannelures et des articulations trompeuses, sans aucun rapport avec l'organisation des Équisétacées.

Gœppert avait déjà reconnu dans cette famille les genres *Calamodendron* et *Arthropitus* (qu'il faudrait écrire *Arthropitys*) dont M. Grand'-Eury a trouvé, à Saint-Étienne, plusieurs espèces nouvelles.

Les difficultés qui restent encore pendantes se rapportent à l'attribution de détail qui semble devoir être faite aux tiges de Calamodendron ou d'Arthropitys de certaines espèces d'*Astérophyllites* comme rameaux. M. Grand'Eury signale trois formes de cet ancien genre comme étant dans le cas dont nous parlons. Les sommités raméales des *Calamodendrées* n'étant pas encore rigoureusement déterminées, il en est forcément de même du mode de fructification. Les *Calamostachys* de M. Schimper, comme les *Calamocladus* (Astérophyllites) du même auteur, pourraient se partager en deux classes; les uns seraient des épis sporifères de Cryptogames, les autres des inflorescences de Gymnospermes; divers indices fournis par l'étude de *Calamostachys* silicifiés les rattacheraient, en effet, aux Arthropitys, au point de vue de la structure de l'axe. M. Williamson a déjà exprimé, du reste, l'opinion que le *Calamostachys Binneyana* appartient à un Calamodendron.

Un index général très complet des débris fossiles de végétaux recueillis jusqu'à ce jour dans le bassin de Saint-Étienne termine le travail descriptif dont je viens de rappeler rapidement les résultats les plus saillants.

Les *Considérations générales* qui suivent cet index pourraient faire également partie du second volume; elles seraient lues avec un vif intérêt, même par les personnes peu au courant de la Botanique fossile; je vais en extraire quelques conclusions dont la portée semble avoir ici une valeur spéciale.

« Un fait qui frappe d'autant plus (et qui n'en est que plus significatif) qu'il a trait aux plantes fossiles les plus analogues aux plantes vivantes, c'est la plus grande perfection (dans le sens d'une structure plus complexe, spécialisant les fonctions et dégageant les facultés) des premières, en opposition complète avec l'hypothèse du développement progressif. Ainsi nous avons vu que les Pécoptérides et les Névropté-

rides occupent, dans les Marrattiées, le haut de l'échelle par la disposition plus régulière des faisceaux ligneux dans les *Psaronius*, par la composition fibro-vasculaire de ces faisceaux dans les *Medullosa*, qui atteignent en outre une phase plus avancée de développement. Déjà les *Palæopteris* du Culm sont des Fougères très élevées en organisation, dit M. Stur, qui croit en outre les *Bornia* plus parfaits que les *Equisetum*. Les *Lepidodendron*, exprime le docteur Hooker, ont un port plus digne, une structure plus complexe que les Lycopodes d'aujourd'hui ; ils ont une couche de suber (inconnu dans les Cryptogames actuelles). Les Conifères elles-mêmes, dit M. Gœppert, par leurs rayons médullaires composés, sont plus parfaites qu'aujourd'hui. La structure des graines de Grand'Croix nous est garante de l'existence de Gymnospermes très élevées en organisation. En sorte que la nature semble avoir donné du premier coup à ses œuvres toute la perfection dont elles sont capables (1). » Ces conclusions déduites rigoureusement de faits bien constatés, appuyées de l'autorité d'un observateur aussi attentif et aussi consciencieux que M. Grand'Eury, ne sont pas de nature à plaire beaucoup aux naturalistes de parti pris pour qui le triomphe du transformisme domine toute vérité.

Durant la période houillère « la physionomie de la végétation est monotone, mais imposante par la noblesse du port des Cryptogames aussi bien que des Gymnospermes. »

« Les végétaux herbacés sont rares dans le sens du mot. »

« La tendance à la plus rapide poussée verticale se manifeste par l'absence de développement axillaire, par les troncs les plus élancés sans branches. »

« Rien de ce qui existe ne donne la plus faible idée des énormes bourgeons de $0^m,50$ à 1 mètre et plus, par lesquels poussaient les tiges de Sigillaires, qui se sont développées avec leur plein diamètre en hautes et puissantes colonnes, couronnées d'un long bouquet de feuilles linéaires dressées. »

» Les extrémités des Cordaites, avec un canal médullaire de $0^m,05$ à 0^m10, témoignent, concurremment avec les feuilles, d'une beaucoup plus active végétation que leurs analogues vivants; les plantes houillères accusent une vigueur excessive de croissance, et par suite, sans doute, elles étaient bientôt à bout de force vitale et périssaient, épuisées, plus ou moins jeunes, comme les arbres qui poussent rapidement (2). » Si on rapproche ces données d'une autre observation consignée à plusieurs reprises dans la partie descriptive du livre, je veux parler de l'enterrement progressif par la base des tiges de Calamites, de Psaronius et de Calamodendron retrouvées sur place, on devra croire que le dépôt de la houille et des roches interposées a pu se faire avec une rapidité relativement très grande. A la carrière du Treuil près de Saint-Étienne, la

(1) *Flore carbonifère*, p. 318.
(2) Ibid. p. 320.

tranche, en exploitation, du grès houiller met en évidence, comme j'ai pu m'en assurer, en compagnie de l'auteur lui-même de la *Flore carbonifère*, des tiges en place et verticales de Calamites et de Calamodendron hautes de 5 à 10 m. Ne serait-il pas absurde de prétendre que ces tiges de Calamites, éminemment fragiles et altérables, ont dû attendre des milliers d'années avant d'être envahies jusqu'au sommet par une sédimentation lente, comme celle que plusieurs géologues prennent à dessein pour base de leurs calculs? N'est-il pas évident, au contraire, qu'un intervalle de quelques mois, correspond bien à la durée extrême du dépôt, si on veut pouvoir expliquer la conservation des tiges aussi parfaite au sommet que vers la base?

Au sujet de la composition de l'atmosphère pendant la période houillère, M. Grand'Eury semble admettre, après Brongniart, que la proportion d'acide carbonique était plus forte que de nos jours. Sans me prononcer sur le fond de la question soulevée par cette hypothèse, je pense qu'on n'atteint pas le but qui l'a fait naître. On a imaginé cette proportion plus grande d'acide carbonique afin d'expliquer la vigueur luxuriante de la végétation qui nous a valu la houille, mais sans observer que vers la fin du dépôt de ce combustible, lorsque la quantité relative d'acide carbonique avait diminué dans une forte mesure, la végétation possédait une ampleur de feuillage, une profusion de tiges fistuleuses, succulentes, à moelle épaisse, poussant dru à d'énormes hauteurs, égales sinon supérieures à ce que l'on sait de la végétation pendant les premiers temps du dépôt de la houille.

L'étude du terrain houiller du Nord m'avait conduit à penser, contrairement aux théories de divers géologues, que le fond du bassin s'était déprimé au fur et à mesure de l'apport des sédiments qui tendaient à le combler. La lecture de la *Flore carbonifère du département de la Loire* m'a procuré le plaisir de voir que j'étais, à cet égard, en pleine communauté d'idées avec l'auteur de ce beau travail. Cette question pouvant donner lieu à de nouvelles polémiques je tiens à citer ce texte qui confirme en termes explicites l'opinion que j'avais publiée un an auparavant (1).

« Les dépôts houillers, dit M. Grand'Eury, ne s'étant produits qu'à peu de profondeur, ne pouvaient continuer à s'accumuler qu'autant que le sol de la contrée était soumis à un abaissement lent, continu, comme cela a encore lieu aujourd'hui sur certains points du globe.

Ce doit être là une des conditions essentielles de continuation des dépôts houillers » (2).

Dans les dernières pages de son premier volume, le même auteur expose sur la formation de la houille des idées assez différentes de celles qui sont le plus généralement admises; d'après ses observations « tout

(1) L'abbé Boulay. *Le terrain houiller du nord de la France et ses végétaux fossiles*, Savy 1876. p. 9.

(2) *Flore carbonifère du département de la Loire*, Paris 1877, p. 339.

indique que les couches de houille sont des dépôts, produits par les eaux courantes, d'écorces et de feuilles disposées horizontalement et empilées les unes sur les autres.» Cette question, que M. Grand'Eury se propose de traiter *ex professo* dans un nouveau travail non moins considérable que le premier, est trop complexe pour être discutée ici ; je me rallierai plus complétement à cette autre conclusion plus importante au point de vue de la méthode en géologie. « En somme, les choses ont dû se passer assez différemment de ce que nous voyons aujourd'hui, pendant la phase anthracitique de la terre » (1).

Abbé Boulay,
Prof. à l'Univ. cath. de Lille.

II.

J. Barrande. Système Silurien de la Bohême. Texte : 4e, 5e *et* 6e *partie. Prague,* 1874-1877. — *J. Barrande. Céphalopodes. Etudes générales.* (Extrait du précédent). *Prague.* 1877.

Dr *Friedrich Pfaff. Schöpfungsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung des biblischen Schöpfungsberichtes. Zweite Auflage. Frankfurt, A. M.* 1877.

M. Barrande poursuit avec une activité merveilleuse, même pour ce temps de grande ardeur scientifique, l'œuvre colossale qu'il a entreprise sur le terrain silurien de la Bohême. Il vient de terminer la description des céphalopodes, et l'ensemble de son travail relatif à ces êtres ne comprend pas moins de 3600 pages in-4°, et de 544 planches ! Mais l'étendue matérielle de l'ouvrage est son moindre mérite. Il y a là un trésor incomparable de faits consciencieusement étudiés. Aujourd'hui il ne manque pas de gens appliqués à l'étude de la Nature, parlant sans cesse de la Nature et ne croyant même qu'à la Nature. Combien en est-il de ces positivistes adonnés à l'histoire naturelle, qui écoutent le langage des faits avec le respect, la patience, la sagacité du catholique Barrande? Voilà un homme qui depuis près de quarante ans consacre son temps à l'étude des couches fossilifères du centre de la Bohême. Par un hasard heureux, il se trouve que le bassin qu'il explore est unique jusqu'à présent, entre tous les bassins paléozoïques, pour l'abondance et la conservation des restes organiques qui y sont renfermés. La série des couches remonte aux premières phases du développement de la vie marine. Les espèces et les genres s'accumulent dans certaines assises au-delà de tout ce qu'on a constaté ailleurs, en Europe ou en Amérique, dans les couches du même âge. Certaines espèces s'y entassent par millions d'exemplaires.

(1) Ibid., p. 345.

Travailleur à la hauteur de tant de richesses, aidé de tous les moyens matériels que peut mettre à la disposition d'un savant la munificence d'un prince (1), attentif aux questions de stratigraphie, comme aux caractères propres et aux affinités mutuelles des formes organisées, parfaitement au courant de ce qui s'est écrit sur le même sujet dans les autres pays, M. Barrande est bien le témoin qu'on doit consulter, si l'on tient à savoir quelque chose de positif touchant l'évolution de la vie pendant une phase importante de notre planète.

M. Barrande a formulé quelques-unes de ces conclusions au fur et à mesure qu'il terminait le cycle de ses observations sur un des grands groupes animés de l'époque silurienne. Il les a données pour les trilobites et en partie pour les céphalopodes. Je les ai citées dans la *Revue* (2) comme étant en opposition complète avec les déductions logiques de la théorie darwinienne. Dans la portion de son ouvrage qu'il met au jour en ce moment, M. Barrande nous transmet ses dernières conclusions relatives aux céphalopodes. Dressées par un ami passionné de l'exactitude, elles ne sont que la conséquence rigoureuse, et pour ainsi dire que la sommation arithmétique des faits consignés dans dix volumes in quarto. J'arrête l'attention du lecteur sur quelques-unes d'entre elles.

On sait que les céphalopodes ont une importance paléontologique du premier ordre. Ce sont des invertébrés doués d'une organisation très élevée et, en même temps, leurs dépouilles souvent assez abondantes pour fournir aux couches un caractère très constant, sont susceptibles de se poursuivre d'un bout à l'autre de la série fossilifère. Ces êtres embrassent, en définitive, la durée qui s'étend de l'époque silurienne inférieure aux temps actuels. Les familles prédominantes n'ont pas été les mêmes aux diverses époques : les évolutionnistes cherchent naturellement à rattacher entre elles ces grandes familles qui ont brillé successivement dans les mers. Deux de ces familles apparaissent dès les temps siluriens : celle des nautilides d'abord, celle des goniatides ensuite. Dans la première on trouve, entre autres traits caractériques, des coquilles divisées en une série de chambres dont les surfaces de séparation ou *cloisons* sont planes ou n'offrent pas de sinuosités profondes. Dans les goniatides au contraire, la surface de chaque cloison est fortement plissée et son intersection avec la partie externe de la coquille ou *suture* présente des contours fortement anguleux vers la carène. Plus tard, à l'époque secondaire ou mésozoïque, les couches fossilifères fourmillent de coquilles chambrées comme les précédentes, mais dont les sutures se distinguent non plus par quelques zigzags brusqués, mais par des ramifications et des dentelures aussi compliquées que le sont les contours d'une feuille de persil. Ce sont les ammonites.

Tous les exemplaires des deux premières catégories signalés jusqu'à présent dans la science sont bien tranchés dans l'ensemble de leurs ca-

(1) Monsieur le comte de Chambord à qui l'ouvrage est dédié.

(2) *Revue des Questions scientifiques*. T. I, pp. 292, 293.

ractères : ils possèdent des cloisons droites ou peu ondulées, ou bien des cloisons très anguleuses, au dos de la coquille; et le contraste à cet égard entre les nautilides et les goniatides éclate du premier coup chez les plus anciens exemplaires connus. Néanmoins, l'influence darwinienne est là : les goniatides doivent bon gré mal gré descendre par sélection des nautilides antérieurs. Même des hommes qui se piquent d'écouter les faits plus que les systèmes, sont coulants là-dessus. J'ai sous les yeux la traduction française récemment publiée par M. Moquin-Tandon du savant *Traité de zoologie* de C. Claus, professeur à Vienne. L'auteur allemand témoigne dans son livre d'une connaissance des faits de la zoologie actuelle dont il est impossible de ne pas admirer l'étendue. Mais il est transformiste et fasciné par la conception de Darwin : et il écrira dans son chapitre sur les formes de transition : « Les plus anciennes ammonites, les goniatides ressemblent encore beaucoup aux nautilides, dont elles descendent probablement. C'est d'elles que proviennent les cératites caractérisant le muschelkalk; et enfin de ces dernières les véritables ammonites, etc. (1). » Or voici ce que nous apprend l'observation, quant aux relations des goniatites et des anciens nautilides.

Les coquilles chambrées des Céphalopodes sont le produit d'une incrustation pierreuse progressive qu'opère le manteau de ces mollusques, à partir de leur premier âge jusqu'à leur entier développement à l'état adulte. En observant attentivement les exemplaires complets et bien conservés, on distingue les loges successives construites et occupées tour à tour par l'animal; les premières loges étant très petites, les dernières beaucoup plus grandes. L'étude de la première loge offre un grand intérêt théorique, parce qu'elle correspond aux premières phases du développement de l'animal, à sa période embryonnaire. Or dans toutes les questions touchant à la filiation, à la descendance des êtres, rien n'est plus concluant, de l'avis de tous les transformistes, que l'analogie offerte par des organismes à leur début : c'est la marque indélébile de la parenté. Partant de là, si les goniatides siluriens descendent des nautilides ou d'ancêtres antérieurs et qui soient communs aux uns et aux autres, ils doivent se ressembler pendant les premières étapes de l'existence. Le fait est difficile à vérifier chez les fossiles d'une haute antiquité, car il faut être à même d'observer des portions petites et délicates de la coquille, fréquemment usées, ou rechargées de sédiment. Mais l'incomparable collection de M. Barrande lui a permis d'explorer chez un bon nombre d'échantillons d'*Orthoceras*, de *Cyrtoceras*, de *Phragmoceras*, et autres genres siluriens, des détails qu'il est déjà difficile d'apercevoir dans les coquilles secondaires et tertiaires; et il a pu, comme on va le voir, résoudre la question.

Dans les exemplaires les plus intacts appartenant au groupe des nautilides, que leur forme générale soit rectiligne comme dans *Orthoceras*, courbée comme dans *Cyrtoceras*, héliçoïdale comme dans *Nautilus*,

(1) Traduction française. 1877, p. 105.

M. Barrande reconnait toujours à l'extrémité antérieure de la coquille une calotte plus ou moins sphérique ou conique. qu'il nomme *calotte initiale*. Cette partie, point de départ de l'édifice coquillier qui la suit, s'unit à ce dernier sans aucune interruption de continuité dans la surface externe, c'est-à-dire, sans constriction et sans dilatation qui puissent indiquer deux parties consécutives et distinctes. De plus, la calotte initiale porte sur les parois latérales les mêmes ornements que le reste de la coquille. Au centre de la calotte existe une dépression très étroite qu'on appelle la *cicatrice*, laquelle est le plus souvent elliptique et toujours allongée dans le plan de l'enroulement de la sphère quand les coquilles sont discoïdes M. Barrande comparant l'extrémité initiale des nautiles qui voguent actuellement dans les mers avec cette même partie chez les nautiles siluriens, montre que l'on en peut trouver parmi ces derniers qui offrent une structure à peu près identique jusque dans les petits détails. Quelle persistance, pour le dire en passant, dans le développement d'un même type animal pendant tous les âges géologiques! Et comment la concilier avec la mutabilité voulue par le Darwinisme? M. Barrande établit ensuite, par une discussion savante, que le jeune nautilide, au sortir de l'œuf, sécrète la calotte initiale et la première loge, et que l'orifice de la cicatrice doit servir de passage à quelque appareil organique indispensable durant la période embryonnaire.

Chez les goniatides, au contraire, l'extrémité initiale consiste dans un corps sphérique ou elliptique, lequel n'est autre que l'enveloppe de l'œuf appelée *ovisac* par M Hyatt. Cet ovisac contraste par son volume plus dilaté avec la portion contiguë de la coquille cloisonnée qui lui succède et dont le diamètre est moindre. Il en est séparé par un étranglement très sensible; il ne porte pas sur sa surface les ornements qui accompagnent toutes les chambres postérieures; enfin on n'y rencontre jamais la cicatrice, et par conséquent l'organe temporaire qui rend nécessaire cette dernière ouverture chez les nautilides, pendant leur jeune âge, n'existait pas chez les goniatides.

En résumé : tous les traits essentiels qui caractérisent la structure de la calotte initiale des nautilides diffèrent complètement de ceux qui sont propres à l'ovisac des goniatides. Il n'y a pas d'assimulation possible entre les uns et les autres. Il y a donc contraste frappant entre l'embryon des nautilides et l'embryon des goniatides, et ils ne peuvent pas descendre les uns et les autres, par filiation et transformation sélective, d'un ancêtre commun, imaginé dans les temps anté-siluriens; « car, comme le dit l'auteur, cet ancêtre commun devrait être représenté dans les deux familles par une même forme embryonnaire. »

Il importe de remarquer que cette différence radicale dans la marche première du développement des deux familles de céphalopodes est parfaitement exprimée chez les premières goniatites qui apparaissent subitement dans l'étage silurien supérieur de Bohème, malgré l'analogie générale qu'elles présentent avec les nautiles des mêmes assises : cette

différence radicale n'est pas mieux accusée chez les goniatites dévoniennes et carboniféres (1) !

Ces observations d'un chercheur aussi bien renseigné que M. Barrande ont, selon moi, une importance capitale dans les débats suscités par l'hypothèse de la descendance des êtres. Si des animaux comme les nautilides et les goniatites, si bien faits, par leurs profondes analogies comme par leurs disparités, pour simuler quelques anneaux d'une même chaine continue de dérivations, ne sont en définitive qu'un trompe-l'œil, vu la marche foncièrement différente de leur développement embryonaire, on apprend jusqu'où la prudence est nécessaire dès qu'on veut démêler des rapports de filiation par la seule comparaison des formes organiques.

Quand il s'agit de contrôler les déductions de la théorie darwinienne par l'observation des couches fossilifères, un des points qui doivent attirer l'attention du paléontologiste est de savoir, si la conformation extérieure et la structure interne des anciens organismes montre ou ne montre pas des progrès continus dans un même sens quand on compare les étages consécutifs. J'ai signalé l'importance de cette vérification dans un précédent article (2), et citant les propres paroles de M. Barrande à propos de ses recherches sur les trilobites, j'ai montré à quel point elles s'écartaient du *desideratum* des transformistes. Maintenant j'ai sous les yeux ses conclusions détaillées concernant les céphalopodes, et j'y retrouve la même discordance complète avec la théorie de Darwin.

M. Barrande recherche les traces de l'évolution progressive en parcourant tous les éléments de la coquille des céphalopodes paléozoïques. Il s'applique à y saisir toute modalité, toute différence de structure, générique ou spécifique, susceptible d'être envisagée comme un perfectionnement, un progrès vers une organisation plus élevée. Fort de la connaissance de tant de milliers d'échantillons appartenant à plusieurs milliers d'espèces dont la moitié sont décrites par lui-même, il porte tour à tour l'examen : — sur la forme générale de la coquille, tantôt droite, tantôt arquée ou héliçoïdale; — sur l'angle apicial de cette même coquille; — sur sa section transverse; — sur la configuration de la grande chambre occupée en dernier lieu par l'animal arrivé à l'entier développement; — sur la forme de l'ouverture qui, d'une part, a si grande importance par sa connexion intime avec la tête du mollusque et les appendices qui l'entourent et, de l'autre, présente des variations si étranges par ses contractions et ses contours lobés chez un grand nombre de nau-

(1) Quant aux ammonites, qui toutes sont contemporaines de l'époque secondaire, M. Barrande n'en traite pas directement dans son ouvrage, mais il croit que leur descendance des goniatides est une assertion sans preuves. « Les goniatites, dit-il, ayant leur goulot dirigé vers l'arrière et les ammonites vers l'avant, il serait indispensable, avant de parler de leur filiation, d'exposer quelques espèces, montrant la transition entre ces deux conformations diamétralement contraires. » *Syst. Silu, etc.*, vol. II, text. V, p. 1426.

(2) Op. cit.

tilides primaires. L'auteur passe ensuite aux traces du dépôt organique qu'il a constaté dans ces êtres antiques; — à la troncature normale ou périodique de la coquille; — à tous les détails de la structure du siphon; organe capital et tout à fait caractéristique des céphalopodes tétrabranchiaux;—aux ornements externes du test, aux dimensions absolues de la coquille, aux diversités de la partie initiale, etc., etc.

Toutes ces particularités de la structure sur lesquelles reposent la distinction des genres et des espèces, il les considère au point de vue de la descendance mutuelle, en notant le moment précis de leur apparition, tantôt simultanée, tantôt successive dans les couches; en envisageant leur distribution géographique, ou bien la durée spécifique qu'elles ont value à leurs possesseurs, autant que nous en pouvons juger d'après l'état de nos connaissances. Voici quelques-uns des résultats qui ressortent de cette étude.

Les céphalopodes, on le sait déjà, surgissent simultanément et soudainement, c'est-à-dire sans être annoncés auparavant d'une manière quelconque, dans les couches inférieures de la faune seconde silurienne, en Europe et dans les deux Amériques. Les faits nouveaux reconnus depuis six ou sept ans ont tous confirmé cette donnée importante relevée par M. Barrande comme elle le mérite, dès l'année 1870.

A leur apparition, ces nautilides se développent sous douze genres différents. Or durant leur longue carrière géologique ils n'embrassent en tout que 26 genres. Suivant le darwinisme, une classe d'êtres qui se produit sous douze genres différents comprenant une foule d'espèces doit offrir un grand développement antérieur, et implique nécessairement un nombre immense de progéniteurs. En dépit des recherches on n'a pas découvert jusqu'à présent un échantillon authentique de ces ancêtres supposés.

Les douze genres de nautilides qui surgissent dans le silurien inférieur d'Europe et d'Amérique se rangent dans des types très-différents les uns des autres, et l'on y observe les distinctions les plus générales qui ont servi à subdiviser les nautilides pendant leur histoire paléontologique postérieure. On y remarque des coquilles à ouverture simple, et des coquilles à ouverture fortement contractée. On y voit toutes les combinaisons de courbures d'après lesquelles on a établi l'ordre des types dans chaque série et qui se sont manifestées par beaucoup de formes spécifiques dans les âges postérieurs. Les allures les plus opposées du siphon s'y montrent dès le début contemporaines les unes des autres. Ainsi cet organe est parfois cylindroïde et parfois nummuloïde ; parfois il atteint le diamètre *maximum* connu, d'autres fois il se réduit à peu près au *minimum*. En somme, les caractères fondamentaux de l'ordre s'aperçoivent dès les nautilides primordiaux, en même temps que les principaux écarts de structure qui devaient se manifester chez les groupes postérieurs.

C'est un véritable défi porté à la théorie de la formation lente et progressive des genres comme l'enseigne la doctrine de la sélection.

Si l'on met en présence les plus anciens nautilides connus en Europe ou en Amérique, et ceux qui s'accumulent en nombre prodigieux dans les

couches siluriennes supérieures de la Bohême, on ne constate pas de variations ou de tendances modificatrices dérivant de l'influence des âges géologiques. D'après l'analyse minutieuse de M. Barrande, cela ne saurait être affirmé d'aucune des modifications perceptibles sur les coquilles fossiles qui lui sont passées par les mains. Les plus grandes réunions ou concentrations d'espèces, entassées dans un même bassin très exigu, comme celui qui constitue la fameuse bande e^2 des environs de Prague, laquelle a fourni à elle seule près de 800 espèces de coquilles chambrées, comprennent simultanément tous les contrastes de formes. Cette richesse de céphalopodes se rencontre avec une multiplicité tout aussi étonnante de trilobites, d'acéphales, de brachiopodes, dont il n'y a pas de second exemple connu dans le monde paléozoïque. Cependant les phénomènes de la concurrence, de la lutte pour l'existence, qui auraient dû se produire avec tant d'intensité vu les circonstances, ne paraissent pas avoir précipité l'évolution des céphalopodes vers une direction nouvelle. Non-seulement tous les genres atteignent en même temps le *maximum* de leurs espèces, mais après ce grand épanouissement de la vie, on retrouve dans les étages suivants des *Orthoceras*, des *Gyroceras*, des *Gomphoceras*, des *Phragmoceras*, des *Nautilus*, portant tous les traits propres à chaque genre, comme lors de leur première apparition. Malgré le temps et les crises, le monde générique ne s'ébranle pas.

Toutes les observations consignées dans le *Système Silurien de la Bohême*, concourent à démontrer la stabilité du type, à part des oscillations transitoires. L'auteur cite des orthocères appartenant à l'aurore de l'apparition du genre, et qui rappellent dans la plupart des détails d'autres orthocères de l'époque carbonifère. Au moment même de la disparition définitive de ce type, à l'époque du trias, qu'un abime de temps sépare à coup sûr de l'ère silurienne, la moitié des orthocères recueillies dans les Alpes bavaroises pourraient être intercalées parmi les orthocères siluriennnes du bassin de Prague : *sans qu'aucun savant*, dit M. Barrande, *pût découvrir entre elles aucune différence générale!* Quant à *Nautilus* dont les représentants subsistent encore dans les mers tropicales, après s'être produit à toutes les époques géologiques sous des formes très variées, il persiste aujourd'hui sous un aspect à peine différent de certaines formes siluriennes.

Toute doctrine d'évolution impuissante à justifier clairement des faits comme ceux-là, n'est pas acceptable pour un esprit étranger au parti pris.

Dans le cours de ses longues recherches, M. Barrande signale des formes intermédiaires. Il en est, par exemple, qu'on pourrait considérer comme exprimant un des termes du passage entre deux genres séparés. D'abord la grande rareté de ces cas leur enlève l'importance que le darwiniste serait tenté de leur attribuer. Mais il y a plus : la position que les variétés intermédiaires occupent dans les couches contredit plus encore la théorie de la descendance que ne le fait leur isolément. D'après M. Barrande, elles sont toujours anachroniques. Au lieu de précéder les types mieux spécialisés auxquels elles sont sensées aboutir, elles leur succè-

dent. Ainsi l'on trouve dans la faune troisième de Bohême des formes qui semblent rattacher les orthocères et les cyrtocères : mais c'est alors que ces deux genres existaient avec toute leur indépendance et sans connexions spécifiques connues,en Europe comme en Amérique, depuis l'origine de la faune seconde. L'auteur cite assez bien de cas analogues. Si l'on rangeait ces exemplaires dans une collection d'après leurs affinités apparentes, ils pourraient prêter à l'illusion, et fournir quelques-uns des anneaux d'une chaine de dérivation continue entre les êtres avec variations insensibles. Mais il est loin d'en être ainsi quand on tient un compte rigoureux du moment de l'apparition, des rapports géognostiques avec les espèces connexes : en un mot, de l'histoire géologique telle que les faits nous la donnent.

J'ai essayé de donner ici une idée abrégée des conclusions et déductions de M. Barrande. Mais celui qui les veut bien apprécier, ira les étudier toutes et les lire avec leur développement dans son livre. Dans le texte lui-même, elles apparaissent comme l'expression pure et simple des diagrammes multipliés où l'auteur a condensé en tableau les résultats de ses immenses connaissances. M. Barrande ayant eu, depuis plusieurs années, l'heureuse pensée de publier à part les chapitres de son grand ouvrage qui en développent les conclusions générales, tout homme qui s'intéresse à l'histoire de la vie sur le globe peut pénétrer aisément dans la pensée du grand naturaliste de Prague en lisant ces extraits (1).

Peut-être pourrait-on reprocher dans quelques occasions à ce grand maître, à celui que j'appellerai un incomparable praticien de la faune antique, une tendance trop exclusivement positive. Préoccupé avec raison, avant et au-dessus de toutes choses, de ce qui est acquis à la science, il semble incliner parfois à donner une importance exagérée à des rapports numériques qui correspondent à un état passager des connaissances et qui sont destinés à être modifiés en même temps que ces dernières. Quand l'on voit M. Barrande découvrir, dans un seul bassin silurien d'étendue restreinte, plus de céphalopodes que l'on n'en avait signalé dans toutes les autres contrées, et nous annoncer des résultats semblables à propos des acéphales de ce même bassin, on peut s'attendre à bien des changements dans la statistique des êtres anciens, par suite du progrès des découvertes. Les lacunes actuelles de la paléontologie couvrent le secret de plus d'un de ces *maximums* et *minimums* alternatifs signalés par M. Barrande, de plus d'une de ces bizarreries dans la succession des êtres, qu'il déclare un peu prématurément contraires à toute

(1) Je citerai parmi ces publications dont quelques-unes ont l'ampleur de véritables ouvrages : *Distribution des Céphalopodes dans les contrées silurienne*. Prague, fév. 1870. — *Trilobites*. Prague. 1871. — *Crustacés divers et Poissons*. Prague . 1872. — *Céphalopodes, Etudes générales*. Prague. 1877. — On peut y joindre les publications relatives aux Colonies, et qui touchent à des points d'une importance capitale pour la paléontologie et la stratigraphie. Voy. *Défense des Colonies*, Part. I, II, III et IV. Prague 1855-1870.

doctrine évolutive. Mais il existe des faits nombreux, et j'en ai cité plusieurs, qui demeurent acquis et qui résistent à toute explication tirée de la théorie de Darwin. Et ici la grande autorité de M. Barrande est en parfait accord avec celle de plusieurs savants éminents qui, comme lui, ont moissonné surtout les faits dans le champ de la science.

N'est-il pas concluant d'entendre un Davidson, l'homme au monde qui connaît le mieux les brachiopodes, et qui a le plus attentivement suivi leur développement à travers tous les étages géologiques, déclarer : « qu'il n'a aucune preuve positive des modifications admises par la théorie de Darwin; que les types semblent être invariables pendant toute la durée de leur existence; que les genres conservent leurs caractères distinctifs, à partir de leur première apparition jusqu'à leur extinction... qu'il est impossible d'indiquer aucune preuve en faveur du développement progressif des brachiopodes... que certains genres ont apparu brusquement et sans être annoncés et ont disparu de même, et que ces mêmes genres possèdent des caractères internes tellement marqués et distinctifs que nous ne pouvons reconnaître, entre eux et les genres voisins ou synchroniques, aucune preuve qu'ils soient des modifications l'un de l'autre, ou bien le résultat de la filiation avec modification! (1) » Il n'est pas une de ces assertions du célèbre conchyliologiste anglais qui ne se lise à peu près textuellement dans les résumés et les considérations générales de l'auteur du *Système Silurien de la Bohême*. M. Barrande est frappé lui-même de cette concordance. Il la retrouve toute aussi frappante encore dans un domaine différent, dans celui de la *paléontologie végétale*, où un spécialiste comme M. Grand'Eury, dont les travaux ont fait faire un pas considérable à la Botanique fossile, affirme que du Dévonien au Trias, les genres de plantes conservent parfaitement leurs caractères jusqu'à la fin; qu'ils disparaissent sans se subdiviser et sans se transformer, et « que la nature paraît avoir donné du premier coup à ses œuvres toute la perfection dont elles sont capables. » Williamson et Principal Dawson ne sont pas loin des mêmes idées. Et M. W. Carruthers, le Botaniste du *British Museum*, terminait son adresse présidentielle de l'an dernier, à l'*Association géologique* anglaise, par ces paroles catégoriques : « une chose est certaine, savoir que l'ensemble du témoignage du règne végétal, tel qu'il nous est connu par les restes conservés dans les roches stratifiées, est opposé à la doctrine qui enseigne que le développement est dû à l'évolution par filiation. »

M. Friedrich Pfaff, l'auteur de l'*Histoire de la Création*, dont il vient d'être publié une seconde édition très augmentée, est un des savants qui ont porté le plus de rigueur dans l'examen des théories géologiques. Son livre sur la *Géologie générale envisagée comme science exacte* (2), est

(1) *Geological Magazine*, juin 1877. *What is a Brachiopod?*
(2) *Allgemeine Geologie als exacte Wissenschaft*. Leipzig. 1873.

une œuvre qui se distingue, non-seulement par cette connaissance étendue du sujet que nous sommes habitués à trouver dans les écrits d'origine allemande, mais aussi par une grande indépendance de vues, par l'absence d'esprit de système et par une recherche sérieuse de la valeur des preuves. L'auteur y contrôle, souvent avec une rigueur toute mathématique, les doctrines communément enseignées touchant la structure actuelle et l'état initial du globe, le mode de formation des roches sédimentaires, éruptives et métamorphiques, l'action volcanique, les tremblements de terre, les plissements et redressements des couches, l'énergie dénudatrice de l'eau courante et la chronologie géologique. Il est intéressant de voir M. Pfaff, exercé aux méthodes des mathématiques et de la physique, familiarisé avec les théorèmes de la mécanique, opposer une fin de non recevoir absolue aux explications hasardées par des géologues très célèbres, un Ch. Lyell, par exemple. Sans doute, on peut différer d'opinion sur certains points avec le professeur d'Erlangen, ou trouver son mode d'argumentation contestable. Et, pour citer un cas de ce genre, je ne pense pas que sa critique de l'hypothèse qui attribue les grands plissements de couches à la contraction progressive de la terre, ait la portée qu'il lui attribue. Mais dans les occasions mêmes où l'on n'accepte pas les déductions de M. Pfaff, on en suit le développement avec fruit et intérêt. La partie originale du précédent ouvrage est condensée dans l'excellent *Précis de géologie* (1), que l'auteur a publié trois ans après et qu'il a enrichi de considérations nouvelles très-importantes. L'*Histoire de la Création* comprend un cadre beaucoup plus étendu que les ouvrages prémentionnés. C'est une sorte de *kosmos* qui présente en raccourci l'état de nos connaissances sur les astres en général et sur le globe terrestre en particulier. Après avoir résumé, avec une précision qui n'enlève rien à l'exactitude, les données principales de l'astronomie moderne, M. Pfaff parcourt rapidement l'histoire physique et paléontologique du globe, en traitant à mesure qu'ils s'offrent les problèmes que les faits connus posent devant l'esprit humain. Modifications successives dans la répartition des terres et des mers, variations des climats durant les âges antérieurs, durée absolue des périodes géologiques, développement progressif du Règne végétal et du Règne animal, toutes ces grandes et belles questions sont traitées clairement, en peu de pages, et par un homme qui ne se paie pas de mots ni d'apparences.

Chemin faisant, l'auteur montre que les doctrines communément reçues quant à l'origine de notre planète, à sa température primitive, à sa solidification postérieure, à la répartition en mers et en continents, à la venue tardive de l'homme, concordent avec les grands traits du récit de Moïse, de l'avis des théologiens les plus autorisés. La chose est indubitable pour ceux qui sont édifiés sur la question et dont l'esprit n'est pas prévenu. Il ajoute avec infiniment de raison que ce n'est pas aux incrédules à parler, comme ils se le permettent, de l'opposition de la Bible

(1) *Grundriss der Geologie*. Leipzig, 1876.

et de la science, mais qu'il appartient aux hommes compétents, c'est-à-dire aux exégètes de juger de ce que le texte sacré permet d'accepter.

Vers la fin de l'ouvrage, M. Pfaff rencontre la question de l'apparition des espèces organisées. Il examine les principales hypothèses imaginées pour en rendre compte, en particulier celles de Darwin, de Kölliker, de Wigand; il traite surtout de la première et de son incompatibilité avec les faits généraux de la paléontologie, d'une part, avec l'expérience et l'observation des espèces actuelles, de l'autre. Il rappelle les calculs de Seidel qui démontre l'invraisemblance de la sélection à la façon de Darwin, chez les espèces à l'état sauvage, et qui en partant des données moyennes arrive au résultat suivant. Si une même modification avantageuse s'est déclarée chez quatre individus sur cent d'une même espèce, et que le nombre des individus croisse cent fois à chaque génération nouvelle, la probabilité de rencontrer à la quatrième génération des descendants de sang pur provenant de la modification primitive est exprimée par la fraction 0,00000000000000429. Donc la nature, comme l'a très-bien développé M. Wagner, pour arriver à la confection d'une race tranchée par sélection, doit procéder comme le fait l'homme, c'est-à-dire en séparant d'avec la masse les individus qui possèdent des caractères spéciaux. L'imagination d'un géologue peut imaginer sans doute des barrières, des modifications de terres ou de mers, qui isolent les groupes privilégiés. Mais pour que la variété continue de s'accentuer, il faut que le procédé d'isolement se répète à chaque génération : ce qui est simplement impossible (1).

M. Pfaff en considérant le côté paléontologique de la question darwinienne, signale ces apparitions et ces disparitions brusques des genres sur certains horizons, données acquises également reconnues de tous les praticiens, qu'ils soient ou non darwinistes, dès qu'ils font de la science positive. Bell, qui est transformiste, parle comme le ferait Barrande de l'arrivée subite des grands trilobites des genres *Asaphus*, *Calymene*, *Trinucleus*, dans l'étage de Trémadoc, tandis que les *Olenus* et les *Agnostus*, leurs prédécesseurs, fondent à vue d'œil en leur présence. — Tous les stratigraphes reconnaissent l'exactitude des subdivisions du lias établies par Quenstedt ou par Oppel, et qui reposent sur l'existence de

(1) Ces objections sont si fortes que M. Claus, bien que darwiniste, déclare que « dans la nature une variation importante apparaissant spontanément sur un petit nombre d'individus, ne peut qu'exceptionnellement, peut-être même jamais, produire une variété. » Mais il ajoute que des variations légères peuvent apparaître à la fois sur un grand nombre d'individus : et il avait dit un peu auparavant que l'apparition d'une nouvelle propriété utile à l'animal aura pour conséquence « sinon d'abolir de suite, du moins de limiter le croisement avec la masse des individus de la même espèce. » *Traité de zoologie*. p. 76. Quand on entend un savant aussi positif que M. Claus accepter des raisons comme celles-là, qui ne sont que des assertions sans ombre de preuves, on apprend jusqu'où des vues préconçues et l'esprit de système peuvent s'allier au plus grand savoir!

types spéciaux d'ammonites, sans prédécesseurs et sans successeurs connus. Tous aussi savent que, dans l'état de la science, aucun des genres fournis par les sauriens du trias ne passe dans les couches même les plus inférieures du terrain jurassique, et qu'on voit, dès le lias, un développement subit d'ichthyosaures, de plésiosaures, de ptérodactyles, de téléosaures, sans devanciers connus.

Ce sont des faits semblables, et dont je crois inutile d'allonger l'énumération, qui font dire à M. Zittel occupé en ce moment, avec la collaboration de M. Schimper, du manuel de paléontologie le plus considérable qu'on ait entrepris (1) : « Le développement par bonds qui est de règle dans les couches fossilifères se laisse difficilement concilier avec la théorie de la sélection, d'après laquelle toutes les espèces sont produites d'une manière insensible à l'aide d'une transformation lente. Au contraire, on remarque que dans une même division géologique, alors que son épaisseur dénote un laps de temps très-long, les espèces en général ne présentent *pas le plus petit changement* (*nicht die geringste Veränderung*).... Une grande partie disparaissent tout d'une fois.... Tout nous porte à la conviction que dans les temps antérieurs, le *procédé de transformation* a agi périodiquement et dans un temps relativement court. » On le voit, chez les hommes du métier, c'est à peu près toujours le même langage.

M. Pfaff reconnaît d'ailleurs, à la suite de ces mêmes observateurs consciencieux, que les limites des espèces sont quelquefois difficiles à déterminer et que dans certaines couches fossilifères on rencontre des formes intermédiaires entre espèces voisines, qu'on ne sait comment ranger. Ainsi Quenstedt, dans ses belles recherches sur le terrain jurassique, déclare que sur un tas d'échantillons d'ammonites recueillies dans la subdivision liasique caractérisée par le groupe des *ariétinées*, à côté de celles qui se classent spécifiquement sans hésitation possible, il en est d'autres dont les formes sont ambiguës, quoique se rattachant d'une manière évidente à ce même groupe des *ariétinées*. Mais ces formes de passage, ainsi que l'affirme Quenstedt, se trouvent précisement dans les mêmes bancs où résident les espèces types du groupe en question. On ne les voit ni dans les strates qui précèdent, ni dans les strates qui suivent, et où leur présence pourrait rendre quelque service à la théorie de Darwin. Toutes les disparités sont synchroniques, et partant ne prouvent rien. C'est ainsi que les choses se passent pour les trilobites, les céphalopodes, les terébratules, les peignes et la plupart des genres d'animaux qui ont fourni beaucoup d'espèces et d'individus aux couches fossilifères. Il y a là parfois des écarts considérables dont nous n'avons pas l'explication, qui peuvent embarrasser le conchyliologiste, et qui sont de nature à faire prendre la notion d'espèce dans un sens plus large que ne le fit l'école de Cuvier : mais ces variations sont généralement associées ou réparties dans les couches de manière à combattre plutôt qu'à étayer

(1) *Handbuch der Palæontologie* unter mitwirkung von W. P. Schimper, herausgegeben von Karl A. Zittel. 1876.

l'origine des espèces par sélection. Après tout cela, la théorie de la descendance naturelle des types reste encore à prouver, et l'apparition soudaine des genres sur les horizons anciens demeure un profond mystère.

Comme la science n'est pas affaire de foi, mais affaire de démonstration, les amis des méthodes rigoureuses, attachés d'abord aux faits, à l'expérience, au calcul quand il est applicable, ressemblent à M. Friedrich Pfaff : non seulement ils ne sont pas sympathiques au darwinisme, battu en brèche de bien des côtés depuis quelques années, mais ils s'arrêtent même devant la théorie générale de la descendance, prise en dehors de toute conception darwinienne, quoique cette théorie paraisse favorisée dans une certaine mesure par le rapprochement de quelques groupes de mammifères tertiaires et modernes, tels que les ongulés. Un savant qui n'est pas suspect de complaisances religieuses, le premier anthropologiste allemand, M. Virchow, en donnait une preuve au mois de septembre dernier, au congrès des naturalistes et des médecins à Munich. Il y combattait avec chaleur la prétention d'Häckel proposant d'enseigner dans les écoles inférieures la descendance commune de l'homme et des animaux. « Il no faut pas, disait-il, enseigner au peuple et aux nations comme une vérité ce qui n'est qu'une opinion. La descendance commune de l'homme et des animaux n'est pas démontrée. Je dois même le déclarer : chaque progrès réel que nous avons fait en anthropologie, nous éloigne davantage de cette démonstration (1). » Voilà ce que M. Virchow pense de l'hypothèse que M. Häckel juge utile d'enseigner à la jeunesse, apparemment en guise de catéchisme. Il n'y a rien de tel que quelques libre-penseurs pour ne savoir ignorer et pour dogmatiser.

CH. DE LA VALLÉE POUSSIN.

III.

HENRI DE L'ÉPINOIS : *Les pièces du procès de Galilée précédées d'un avant-propos*; Rome-Paris, Palmé, 1877, 8°. — KARL VON GEBLER : *Die Acten des Galilei'schen Proeesses naeh der Vaticanisehen Handsehrift*; Stuttgart, Cotta, 1877. 8°. — P. E. DUJARDIN, S. J. : *Encore Galilée!* Paris, 1877, 8°. — EMIL WOHLWILL : *Ist Galilei gefoltert worden? Eine kritisehe Studie*; Leipzig, Dunckler, 1877, 8°. — J. BERTRAND, Article du *Journal des savants*, octobre 1877. — L. COMBES, *Galilée et l'Inquisition romaine*, Paris, Librairie républicaine, 1876, in-18°.

Les prévisions que nous émettions, il y a près d'un an, au sujet d'une nouvelle efflorescence de la littérature galiléenne, se sont abondamment réalisées, et tout annonce que nous n'en avons pas fini des publications relatives à ce célèbre procès. Quelques-unes de celles dont nous allons par-

(1) *Sonntagsblatt der Germania*, n° 47, p. 370-71.

ler sont d'une importance considérable, en particulier, celles de MM. de l'Épinois et von Gebler, qui nous donnent enfin la reproduction intégrale du manuscrit du Vatican.

On se rappelle qu'en 1867 M. H. de l'Épinois avait le premier, dans la *Revue des Questions historiques*, publié d'après le manuscrit des archives vaticanes, toutes les pièces d'une réelle importance pour l'historien, alors que Mgr Marini avait donné seulement des extraits qui laissaient soupçonner de fâcheuses réticences. En 1876, M. Berti, député italien, obtint à son tour communication du dossier, et livra au public, sous le titre un peu ambitieux de « *Il Processo originale di Galileo Galilei pubblicato per la prima volta*, » une édition prétendue complète des pièces renfermées dans ce dossier. La même année, M. l'abbé Sante Pieralisi, après examen du manuscrit, indiqua un certain nombre de corrections aux textes publiés par ses prédécesseurs ; mais ces indications incomplètes, ainsi que les discussions relatives au procès-verbal du 26 février 1616, au décret pontifical du 16 juin 1633, à l'interrogatoire du 21 juin (1), rendaient fort désirable une édition authentique, exacte, complète du fameux dossier. C'est cette édition qui vient d'être publiée, presque simultanément, par M. H. de l'Épinois en France et par M. von Gebler en Allemagne. La compétence spéciale des deux honorables écrivains, le soin scrupuleux qu'ils ont apporté à l'accomplissement de leur tâche et la concordance presque complète des résultats auxquels ils sont arrivés, nous donnent le droit de dire que le manuscrit du Vatican est aujourd'hui intégralement connu, que les discussions auront désormais dans cet ensemble de documents une base certaine.

M. de l'Épinois a fait précéder la reproduction des pièces d'une notice intéressante que nous allons parcourir. Il donne d'abord, et c'est ce que fait aussi M. von Gebler, quelques détails précieux sur le manuscrit lui-même et sur son histoire. Ce manuscrit est placé tout entier dans une feuille de papier blanc, renfermée elle-même dans un carton vert de format in-4°, d'une antiquité incontestable, serré par un ruban rouge fané ; un certain nombre de documents s'étant trouvés d'un format supérieur à celui de l'enveloppe, l'ont débordée, et de là des rognures, des déchirures, qui n'ont pas peu alourdi la tâche des éditeurs. La composition même du dossier a une importance spéciale. Ce n'est pas un registre unique, mais une collection de pièces, les unes en original, les autres en copie ; des lettres autographes relatives aux procès de 1616 et de 1633, émanant d'évêques ou d'inquisiteurs pour la plupart, et sur le revers desquelles on a inscrit, tantôt des résumés de ces lettres, tantot des copies de décrets émanant de la Congrégation du Saint-Office, ou des procès-verbaux d'opérations faites en exécution de ces décrets ; enfin, là sont les procès-verbaux des interrogatoires de 1616 et de 1633, formant de véritables cahiers et constituant proprement les actes du procès. M. de l'Épinois décrit les trois paginations dont l'origine, si simple pourtant, a donné lieu à tant de

(1) V. la *Revue des quest. scientif.*, 1877. t. I, p. 389. t. II, p. 131.

suppositions. Une première, d'une encre plus ancienne, va depuis la feuille-enveloppe cotée 949, jusqu'à la dernière pièce du procès de 1616, cotée 992. Cette pagination, qui est rayée, est évidemment celle du volume des archives auquel appartenaient les actes du premier procès ; elle a été rayée lorsqu'on a réuni les documents des deux procès,comme nous allons le dire, et elle laisse de côté un *résumé* des faits, d'une sixaine de pages et d'une écriture un peu plus récente, qui vient immédiatement après le titre du manuscrit. La seconde pagination, au-dessous de la première, embrasse seule la totalité du recueil ; elle va de la page 336 (au titre) à la page 561, dernière du manuscrit. M. de l'Épinois croit qu'elle date de la réunion des pièces ; nous penserions plutôt avec M. von Gebler, qu'elle appartient au volume des archives contenant primitivement les actes du procès de 1633, et que, lors de la réunion des pièces, on a fait remonter cette pagination, de la page 387 où commence ce deuxième procès, à la première page du manuscrit, afin d'avoir un numérotage unique. Enfin, un troisième numérotage, au bas des pages, court de la feuille 342 de la deuxième pagination (dénonciation du P. Lorini), qui porte le n° 1, à la feuille 449 qui porte le n° 103. D'après M. de l'Épinois, cette pagination aurait été mise au fur et à mesure de la réception des pièces (?), mais, si l'on observe que cette pagination cesse après les avis des consulteurs et avant le décret du 16 juin 1633; qu'elle ne comprend pas le résumé du procès inséré au commencement, résumé qui relate aussi uniquement les faits antérieurs à ce décret et renvoie constamment à cette troisième pagination, on ne peut qu'adopter l'opinion de M. von Gebler (1) : ce résumé a été fait par un consulteur en 1633, pour servir de rapport dans la réunion de la Congrégation du Saint-Office qui eut lieu le 11 juin 1633, et mettre le Pape et les Cardinaux au courant de toute l'affaire depuis son début, la dénonciation de Lorini en 1615, jusqu'à son état actuel; en même temps, on réunissait tous les documents des deux procès pour servir de pièces à l'appui et en leur donnant une pagination spéciale.

M. Berti a aussi fait connaître un autre résumé des affaires de Galilée qui se trouve à la fin du Ms. (fol. 559), résumé qu'il a cru contemporain des événements ; mais M. de l'Épinois partage au sujet de cette pièce l'opinion très vraisemblable de M. Pieralisi, qui lui assigne une date postérieure de *cent ans*. Elle est intercalée, en effet, entre des documents se rapportant à l'érection du tombeau de Galilée en 1734, et fut très probablement écrite alors pour éclairer la décision des Cardinaux sur cette affaire.

M. de l'Épinois ne pouvait se dispenser de réfuter les attaques dont il a été l'objet à l'occasion de la publication de M. Berti. Il raconte donc au milieu de quelles difficultés, pressé par le temps, il a copié le Ms. en 1867 ; choisissant d'abord les documents les plus importants et se proposant plus tard de compléter ses notes, de rectifier ses fautes et de revoir

(1) *Die Acten*,... p, XII.

les passages difficiles à lire. Des circonstances imprévues l'ayant empêché de faire l'un et l'autre, il crut devoir, dans l'intérêt historique, publier son travail tel quel; des témoignages autorisés établissent qu'en somme, ce qui a été fait depuis n'y a rien ajouté d'essentiel. Reste à savoir si M. Berti, en prétendant donner un texte *complet* et *exact* (1), a fait beaucoup mieux que lui, comme l'affirment M. Mézières et la *République française*. Il est d'abord évident que M. Berti a gravement altéré la physionomie du manuscrit en n'indiquant pas la pagination, et classant les pièces en *Documents* portant des numéros et des titres arbitraires dont il n'y a pas de traces dans le dossier; en remplaçant l'orthographe ancienne des documents par l'orthographe moderne, comme lorsqu'il imprime *correzione, opportuno, habbia, havuto, Firenze, si è scritto*, au lieu de *correzzione, oportuno, abbia, avuto, Fiorenza, s'è scritto*, etc.... Il y a des fautes de copie, des mots oubliés, comme le mot *anche*, si important dans le résumé final (2), des membres de phrase même ; des abréviations mal lues, comme *consultore, fra Thomasso, probabilmente*, lus *consigliere, Francesco Thomasso, probabile*; d'autres passées sous silence; des mots en toutes lettres mal copiés également, *strana* au lieu de *stretta, causæ cura* pour *causæ veræ*, etc.; des mots remplacés par d'autres d'un sens tout différent, comme *inviarlo* par *mandarlo, Janesso* par *Francesco;* des mots qu'on affirme se trouver dans le manuscrit et qui n'y sont pas, comme *attenzione* dans le doc. XVI; et aussi le contraire, comme le nom de *Nunnius*, un des consulteurs qui ont signé la *censure* de 1616, dont M. Berti nie à tort l'existence dans le document XXVI (3).

Ces remarques se rapportent aux textes *inédits;* quant aux textes déjà publiés par M. de l'Épinois, M. Berti en a donné, çà et là, une meilleure leçon, comme *vacui* au lieu de *vami* dans les interrogatoires de 1616, et *causa* au lieu de *cautus* dans l'important décret du 16 juin 1633 (4) ; mais à côté de cela, que de fautes conservées ou même ajoutées! Ainsi, là où M. de l'Épinois avait imprimé *procurerent, littera di ivi ia conquesta, divinaliter, attentatum*, M. Berti a mis *procurentur, littera di invio et con questa, de attributo, allentatum,* tandis qu'un examen plus approfondi donne les leçons *procurerit, littera, di cui va con questa, dealiter, allentatura, etc.* Il y a même des passages où il corrige à tort son prédécesseur; ainsi il met *domi, tractet, stampata* au lieu de *domicilii, tractent, stampato* qui sont les vraies leçons, données par M. de l'Épinois. « Laisser dans un texte que l'on réimprime des fautes de lecture, mal corriger les fautes que l'on essaie de rectifier, dit M. de l'Épinois, ce n'est point là, je crois, améliorer beaucoup un texte. »

Mais des négligences plus graves et plus singulières sont à relever

(1) « Egli è adunque per la prima volta che i due Processi Galileani sono pubblicati nella loro integrità. » *Il Processo*, p. XII.

(2) V. la *Revue*, 1877, t. I, p. 395.

(3) « *Non c'è il Nunnius come nella stampa del de l'Épinois.* »

(4) Fol. 451 v°. V. la *Revue* 1877, t. I. p. 389.

dans M. Berti. En dépit du titre de son livre, il y a bon nombre de pièces, comme nous l'avons signalé ailleurs, dont il n'a donné que le titre ou un simple résumé; elles sont au nombre de *cinquante; cinq* autres ont été absolument passées sous silence. D'autres ont été, pour plus de facilité, copiées, non dans le dossier du Vatican, mais dans des textes publiés, ce qui amène des résultats étranges. Exemple : la lettre de Galilée au P. Castelli, cette base de l'accusation en 1615, est reproduite d'après l'édition de M. Albèri, et non d'après la copie envoyée par le P. Lorini à l'Inquisition, qui figure dans les Actes : or, les différences sont très notables. Ainsi, tout l'exorde, publié par M. Berti, ne figure pas au dossier où il n'avait que faire; mais des passages importants, comme ceux-ci : *Che nella scrittura sacra si trovano molte propositioni false quanto al nudo senso delle parole..... Non s'è astenuta la sacra scrittura di pervertire de' suoi principalissimi dogmi,...* etc., ces passages du texte envoyé par Lorini sont remplacés, dans M. Berti, par ceux-ci « *nella scrittura si trovano molte proposizioni, delle quali alcune, quanto al nudo senso delle parole, hanno aspetto diverso del vero...Non s'è astenuta la scrittura d'adombrare i suoi principalissimi dogmi*, etc. » Or, comme ces textes sont précisément l'objet de critiques dans l'avis du consulteur inconnu que M. Berti a publié le premier (1), il en résulte entre les deux documents des contradictions qui embarrassent beaucoup M. Berti. Ailleurs il copie les erreurs de M. de l'Épinois. Par exemple, le n° du volume des Archives inscrit sur l'en-tête, que M. de l'Épinois avait lu 1182, est en réalité 1181; M. Berti a mis 1182. Voici qui est plus curieux : dans la copie du rapport de la commission nommée par le Pape (2), M. de l'Épinois, trompé par une similitude de mots, avait passé une ligne, ce qui rendait la phrase absolument inintelligible; M. Berti reproduit textuellement la phrase d'après lui, sans la corriger (3).

Autre omission plus importante encore. Parmi les annexes à l'exposé des faits dans le rapport dont il s'agit, se trouvent la correspondance entre le P. Riccardi et l'Inquisiteur de Florence, une copie de la préface envoyée par le premier à Galilée pour être insérée dans ses *Dialogues*, etc... M. Berti reproduit ces documents, mais probablement, ici encore, il aura copié cette fameuse préface dans l'édition Albèri au lieu de la tirer du Ms. du Vatican, car il laisse de côté, à la fin de cette pièce, une annotation du P. Riccardi qui a sa valeur au point de vue historique, en ce qu'elle met dans tout son jour un fait controversé, qui a dû exercer une grave influence sur le procès : « A la fin, dit le P. Riccardi, la péroraison de l'ouvrage devra se faire en accord avec cette préface, le seigneur Galilée ajoutant *les raisons tirées de la Toute Puissance divine*

(1) V. la *Revue*, 1877, t. II, p. 169.

(2) V. la *Revue*, 1877, t. II, p. 146.

(3) Le manuscrit porte : « Aver posto la prefazione con carattere distinto e resala inutile come alienata dal corpo dell'opera, et aver posto etc. » Les mots « la prefazione..... alienata » manquaient dans la copie de M. de l'Épinois.

qui lui ont été dites par Sa Sainteté, raisons qui doivent satisfaire l'intelligence, alors même qu'on ne saurait se dégager de l'argumentation des Pithagoriciens (1). »

C'est bien là, comme on le soupçonnait, ce fameux argument d'Urbain VIII que Galilée avait présenté sous une forme assez ridicule au bout de son ouvrage, où il faisait le plus sot effet, et qui fut peut-être une des causes principales de la sévérité toute particulière dont le Pape se montra armé dans le cours du procès.

Pour en finir avec M. Berti, vidons avec lui une question indépendante des reproches qu'il a mérités de M. de l'Épinois. On se rappelle que dans l'introduction de son livre (2), M. Berti rendait compte d'un certain manuscrit du P. Inchofer, conservé à la Bibliothèque Casanatense à Rome, intitulé : « *Vindiciæ Sedis Apostolicæ*, etc.. » et dans lequel, d'après une citation que le lecteur avait lieu de croire textuelle, ce consulteur aurait attribué les décisions contre le mouvement de la terre au Pape parlant *ex cathedra* (3). Nous avions fait quelques réserves sur l'exactitude de ce texte, et avec raison, comme on va le voir. Grâce à l'obligeance du prince Balthazar Boncompagni et du savant bibliothécaire de la Casanatense, M. Narducci, nous avons reçu une copie exacte du passage allégué par M. Berti; autant qu'on peut le voir dans ce latin inintelligible, il ne renferme, sur l'autorité des décrets des Congrégations, qu'une doctrine connue de tous les théologiens; d'après lui, ces décrets, n'étant publiés qu'avec l'approbation du Souverain Pontife et revêtus de son autorité, imposent l'obéissance et la croyance à tous les fidèles sans qu'il soit besoin d'un décret pontifical spécial pour cet objet, car ce sont des interprétations authentiques de décisions portées antérieurement. Nous reproduisons tout le passage en note ; on verra qu'il ne renferme nullement les mots *ex cathedra* insinués par M. Berti, et quant à dire que la doctrine d'Inchofer les suppose, ce serait faire preuve d'une singulière ignorance théologique, puisque les conditions dans lesquelles le Pontife promulgue une décision *ex cathedra* sont fort différentes (4).

(1) « Nel fine si dovra fare la perorazione delle opere in conseguenza di questa prefazione, aggiongendo il signor Galilei le raggioni della Divina Onnipotenza dettegli da Nostro Signore, le quali devono quietar l'intelletto, ancorchè dagl' argomenti pittagorici non se ne potesse uscire.» Ms., fol. 393.

(2) P. XCIII. Voyez la *Revue* d'avril 1877, p. 380.

(3) Voici les propres paroles de M. Berti : « Conclude che le deliberazioni della Congregazione dell' Indice debbono tenersi in conto di legge. e che non potendo il Pontifice quando, come nel caso presente, pronuncia *ex cathedra* cadere in errore, per ciò la dottrina copernicana è bella etc. » Et pour qu'on ne s'y trompe pas, M. Berti ajoute en note : « L'Inchofer mette altrettanto studio a mostrare che la sentenza fu profferita dal papa *ex cathedra*, quanto ora se ne pone nel sostenere l'opposto. »

(4) « Quare si nihilominus tanta est authoritas S. Congregationis Concilii, ut quod ego cum sapientioribus, etsi minimus, sentio, eius declarationes authenticæ, in iudicio et extra obligent, et secundum eas in tribunalibus sen-

M. de l'Épinois termine par quelques remarques sur l'édition intégrale et complète qu'il donne aujourd'hui du dossier du Vatican. L'orthographe a été respectée, même lorsqu'elle était fautive, dès que ces fautes n'avaient pas d'influence sur le sens; chaque feuille a été soigneusement numérotée, mais, par une préoccupation qui nous paraît ici l'avoir mal inspiré, M. de l'Épinois a changé parfois l'ordre dans lequel les documents se succèdent, afin d'y introduire un ordre plus logique. Onze documents des plus importants du procès ont été photographiés et reproduits en fac-simile, notamment les fameux procès-verbaux du 25 et du 26 février 1616, les curieuses signatures des consulteurs auxquels est due la censure du 24, le décret du Pape du 16 juin 1633, etc.... Ces reproductions sont fort utiles pour la discussion; pour ne parler que de ce dernier texte, il confirme pleinement la leçon de M. Pieralisi : « Galilei de Galileis de quo supra proposita causa, etc., Sanctissimus decrevit ipsum interrogandum esse super intentione, ETIAM COMMINATA EI TORTURA, et si sustinuerit, previa abjuratione de vehementi in plena Cong. S. Officii

tentiæ ferri tutè possint, nec præterea necessaria sit promulgatio, ut in utroque foro teneant, neque enim sunt leges novi iuris, ut dicitur, editoriæ, sed jam publicatorum et receptorum declarationes, quæ ipsis legibus a principio insunt (L. Ita fidei ff. de Jure fisci) declarationes inquam ab habentibus a principe potestatem factæ; immo factæ ab ipso Principe et Legislatore, quando quidem inconsulto Summo Pontifice, Congregatio non declarat; proinde religionem et obligationem inducunt, eo modo eademque vi ac ipse leges, et quod hinc consequitur, declarationes sunt authoritativæ, et non tantum doctrinales et quasi doctorum definitiones, ut non nemo iuris inconsultus existimavit.

» Si inquam talis ac tanta est authoritas declarativa S. Congregationis Concilii Tridentini, cujusmodi sit illa S. Congregationis Indicis, de iam iudicatis et declaratis authentice decretoria, satis manifestum evadit. Nec opus est ulla lege promulgata, quæ eiusdem decreta suscipi iubeat tanquam leges; sufficit enim authoritas Papæ (legum animus) qua decernit, ut eadem lege teneamus recipere, qua decretum Papæ, utpote legitima et mentem eius habentia, atque adeo qua hujusmodi sunt, in materia subiecta definitionem præ se ferunt, omnibus in Ecclesia constitutis religionem et necessitatem imponentes. Quæ proinde decreta in tabulas Juris authenticas redigenda sunt, non secus ac Decreta Legislatoris. *Legum, inter alia, de Sent. Excom.* etc....

» Idipsum etiam affirmo de declarationibus S. Congregationis Concilii Tridentini; non requiri scilicet priorem aliquam legem promulgatam, quæ recipi eas iubeat tanquam leges prescribentur et certas et indubitatas : hoc ipso quod fiunt authoritate Summi Pontificis, eoque consulto ac proinde qua lege quis tenetur recipere declarationem Papæ, tanquam veram et legitimam (ad Legislatorem quippe spectat legitima suarum legum declaratio (Cap. 1 de *Juram. Calum.*) eadem adstringitur etiam admittere declarationes dictæ Congregationis, ut legitimas, vim legis habentes, mentemque legislatoris continentes, atque adeo cum authenticæ sint, definitivas, et qua talis necessitatem inducentes, easdemque inscriptis redigendas, tanquam declarationes legislatorias, et ius facientes quoad omnes, iuxta leges paulo ante citatas. Sed hæc in loco satis. » (Ms. de la Bibl. Casanat., petit 4° du XVIIe siècle, coté XX, VII, 9 de 210 p.; Copie tirée des pp. 201, 202).

condemnandum ad carcerem arbitrio Sac. Congr , etc.... » Le mot *etiam* est écrit en abrégé (*et* surmonté d'un large trait), mais cette abréviation se rencontre en d'autres passages, même du décret, qui ne laissent aucun doute sur le sens qu'on doit lui attribuer.

Sur le texte même du manuscrit, nous avons peu de chose à ajouter; les documents que M. de l'Épinois avait laissés de côté dans sa première publication sont ici reproduits *in extenso*. Les principaux sont, comme nous l'avons dit ailleurs, le résumé qui ouvre le manuscrit, l'avis du consulteur sur la lettre au P. Castelli, les mémoires de A. Oreggi, Pasqualigo et Inchofer sur le *Dialogo* de Galilée, un grand nombre de lettres annonçant la réception et la publication de la sentence, et enfin le résumé final. Tous ces documents, il faut le répéter, peuvent bien éclaircir quelques questions douteuses, intéresser l'amateur de pièces inédites, mais ils ne peuvent modifier aux yeux d'un lecteur impartial, les résultats de la première publication de M. de l'Épinois.

L'auteur se propose de traiter, dans un ouvrage spécial, les questions relatives à la condamnation de Galilée, mais son avant-propos se termine par quelques réflexions sur l'origine et les circonstances particulières de ce procès. Il rappelle avec raison que la Sorbonne, à la même époque, réprimait avec rigueur des tentatives pour s'écarter des idées d'Aristote sur la nature des corps et sur les formes substantielles.

Amené, vers la même époque que M. de l'Épinois, à désirer la communication du manuscrit du Vatican, pour vérifier les doutes qu'il avait conçus au sujet de l'authenticité du procès-verbal du 26 février, M. von Gebler obtint en 1877, par l'entremise de l'ambassade d'Autriche, les autorisations nécessaires à cet effet. L'examen du manuscrit éveilla chez lui un vif désir de le publier intégralement, désir qui fut accueilli avec une grande bienveillance et favorisé de toute manière par Mgr Martinuzzi, préfet de la bibliothèque du Vatican. C'est ainsi que nous avons une sorte d'édition-contrôle à côté de celle de M. de l'Épinois. Hâtons-nous de dire que M. von Gebler déclare lui-même avoir tiré parti de cette dernière pour contrôler sa propre copie, corriger ses fautes, éclaircir des doutes sur les passages difficiles en les revoyant sur le dossier même, et qu'il regarde le travail de M. de l'Épinois, sauf en quelques points litigieux, comme excellent (1). Il suffit en effet de comparer les deux textes pour s'assurer de leur concordance presque parfaite. Toutefois, il faut rendre cette justice à M. von Gebler, qu'il s'est attaché à reproduire d'une manière presque photographique ces précieux documents, indiquant pour chaque feuille la triple pagination lorsqu'elle existe, le point où commence chaque page et chaque ligne; conservant scrupuleusement l'orthographe des mots, l'ordre des pièces et leur disposition, reprodui-

(1) « Dennoch ist die sehr verdienstvolle Arbeit des Herrn von Epinois nicht ohne Werth auch für unsere eigenes Unternehmen geblieben. » *Die Acten*, p. XLVIII. « Wir wollen nur... bezeugen, dass dieselbe (Herausgabe) mit vieler Genauigkeit ausgeführt ist. » *Ibid.*, p. XLIX.

sant les très nombreuses abréviations aussi bien que possible, sauf à les expliquer en note; signalant chaque trait, chaque passage illisible, chaque rature, chaque déchirure, en un mot, chaque particularité du manuscrit. Le lecteur en possession des *Acten* de M. von Gebler peut en toute confiance, croyons-nous, marcher avec la même sécurité que s'il avait l'original même sous les yeux; et quoique le volume de M. de l'Épinois soit plusque suffisant pour tous les besoins de l'histoire, on aime encore à relire après la sienne, la leçon de son émule.

L'introduction qui précède ce minutieux travail offre aussi un grand intérêt. M. von Gebler y donne de nombreux et importants détails sur la contexture du fameux Ms., qui complètent ceux de M. de l'Épinois. Ainsi, il a compté 194 pages complétement blanches, qui sont, le plus souvent, des secondes feuilles de lettres; *plusieurs feuillets ont été arrachés*, mais M. von Gebler remarque que tout soupçon de documents importants supprimés par ce moyen serait inadmissible, car l'examen des feuillets attenant aux débris restants montre que c'étaient des pages blanches appartenant à des documents restés complets, et d'ailleurs une fraude aurait été conduite avec assez d'habilité pour ne pas laisser subsister ces larges morceaux délateurs (1). Vient ensuite une description minutieuse de la triple pagination et une discussion approfondie sur la manière de l'expliquer; puis un tableau, fort important comme on le verra plus loin, des pages qui appartiennent à une même feuille de papier dans le dossier, et qui par cela même y ont été introduites simultanément.

M. von Gebler apprécie plus loin la valeur historique du fameux dossier, et émet à ce sujet l'opinion, que nous combattrons tout à l'heure, que ce recueil n'est pas un recueil d'actes originaux, mais, à part les procès verbaux des interrogatoires, de simples copies ou d'annotations sans valeur certaine. Toutefois, et nous sommes heureux de le voir aboutir à ce résultat, il abandonne à peu près complétement la thèse de M. Wohlwill que nous avons combattue chez l'un et chez l'autre (2), thèse qui, le lecteur se le rappelle, considérant le procès-verbal du 26 février 1616 comme une pièce fausse, fabriquée en 1632 pour perdre Galilée et devenir la base essentielle de l'accusation, tenait toute cette procédure de 1633 pour illégale et inique. En se rendant à Rome, convaincu de cette falsification, M. von Gebler ne croyait pas toutefois qu'il en pût découvrir les preuves matérielles; mais, à son grand étonnement, dit-il avec une bonne foi qui l'honore, il trouva dans le Ms. la démonstration irrécusable de la fausseté de son opinion. Et il en donne en effet une excellente démonstration que nous allons résumer.

1° Le procès-verbal du 26 février 1616 est écrit en partie sur la même page, de la même écriture et avec la même encre, que l'ordre pontifical du 25, et les fol. 378 et 379 auxquels appartiennent ces deux documents ne font qu'un avec les fol. 377 et 357, dont l'un renferme la censure des qualificateurs, l'autre une partie de l'interrogatoire du P. Caccini.

(1) *Die Acten...* p, VIII.

(2) *Revue catholique...* Déc. 1872.—*Revue des Questions Scient..* t. II, p. 129-155.

2° Toutes les pièces écrites au Saint Office de Rome en 1615 et 1616 sont sur un papier de même pâte et de même marque, que l'on retrouve nettement dans les fol. 378 et 379, et qui n'apparaissent plus dans les documents postérieurs.

3° Enfin, des signes non douteux attestent que ces deux actes du 25 et 26 février sont de la même main que les autres actes du procès de 1616, tandis qu'on ne retrouve plus cette écriture dans les pièces du second procès.

Il est donc absurde de soutenir encore que le procès-verbal du 26 février est une intercalation faite dans le dossier en 1632, et toute la thèse de M. Wohlwill, abandonnée par son plus énergique défenseur, s'écroule. Remarquons d'ailleurs que M. von Gebler, sous l'impression d'une lecture plus libre des documents authentiques, a bien atténué l'importance de ce procès-verbal au point de vue de la condamnation, et qu'au lieu de regarder l'ordre intimé le 26 février comme la base *exclusive* du procès, il se borne aujourd'hui à le qualifier d'*élément important* (1). Toutefois, il ne faut pas croire que cet historien abandonne la partie. Pour couvrir sa retraite, il élève des doutes nombreux sur l'*exactitude* de la pièce, se demandant si quelque jésuite mal intentionné n'a pas, dès 1616, inséré cette pièce dans les archives sans que le fait qu'elle rapporte ait eu lieu réellement, et cela, afin de se ménager plus tard une arme contre Galilée (2). On voit d'ici la vraisemblance d'une pareille supposition, beaucoup plus étrange encore que la première, si l'on considère qu'en 1616 les sentiments les plus bienveillants pour Galilée régnaient à Rome, dans l'entourage du Pape et au Saint Office.

Les raisons à l'appui de cette hypothèse sont à l'avenant. Ce sont, d'abord, tous les arguments accumulés il y a deux ans par M. von Gebler en faveur des idées de M. Wohlwill : lettre de Bellarmin, documents Gherardi, écrits et actes de Galilée après 1616, ses déclarations devant ses juges en 1633, etc. (3). Nous croyons avoir répondu amplement à tout cela, et montré que rien dans les faits allégués ne favorise l'hypothèse que le procès-verbal du 26 février serait inexact.

Une autre preuve, à laquelle M. von Gebler attache grande importance, se lie à son appréciation générale des pièces renfermées dans le dossier du Vatican. Pour lui, celles-là seules ont une valeur historique et juridique réelle qui sont *signées,* comme les lettres émanant de divers personnages, les interrogatoires portant la signature des comparants ou du notaire inquisitorial, etc. Tous les autres actes, copies de décrets, ordres du Saint Père, significations faites à l'accusé, que le notaire inscrivait sur les pièces du procès avec l'indication « in processu Galilei, » ne sont pour lui que des « annotations fugitives (4), » et « les actes

(1) Eine der schwersten Anklagen.

(2) « ... welche veilleicht damals schon eine gefährliche Waffe gegen den verhassten Gelehrten schmieden wollten. » *Die Acten*, p. XXXII.

(3) V. sur tous ces points la *Revue*, t. II, p. 129.

(4) Flüchtige Annotationen.

authentiques originaux qui correspondent à ces annotations ne sont pas conservés dans le manuscrit du Vatican (1). » Or, ajoute-t-il, un acte aussi important que celui du 26 février 1616, s'il avait réellement existé, n'aurait pas manqué d'être enregistré sous la forme authentique, portant la signature de Galilée, celles du notaire et des témoins, comme cela se voit dans l'invitation adressée à Galilée le 1er octobre 1632 par l'inquisiteur de Florence, de comparaître devant le Saint Office (2); une telle pièce, en effet, pouvait seule valoir dans un procès inquisitorial et être opposée légitimement à l'accusé. Donc, pour satisfaire sa conscience sur ce point, M. von Gebler s'est mis en quête de la pièce originale qui, d'après lui, aurait dû exister sous cette forme authentique, et ne l'ayant pas trouvée (ce qui n'étonnera personne), malgré des recherches actives favorisées par la bienveillance du Card. Simeoni, il conclut que « l'une des plus graves accusations contre Galilée a été édifiée sur un papier sans aucune valeur juridique, et que sa condamnation du chef de désobéissance a aussi été prononcée sur la foi de cette pièce nulle en droit(3). »

Cette appréciation, qui repose sur une conception arbitraire, ne prouve rien, car elle prouve beaucoup trop; et s'il fallait l'admettre, aucun des documents du procès ne serait regardé comme authentique. En effet, à l'exception des correspondances et de certains protocoles redigés hors de Rome et envoyés en copies au Saint Office romain, pas une pièce ne porte les signatures requises par M. von Gebler. Il n'a pu lui échapper, par exemple, que le dossier renferme deux autres documents, tout à fait analogues par la teneur et la forme, à celui du 26 février : l'un est l'acte du 30 avril 1633 par lequel le Commissaire général autorise Galilée, en présence du notaire et des témoins (4), à séjourner chez l'Ambassadeur de Toscane; l'autre est la notification à Galilée du décret pontifical du 2 juillet 1633, qui lui ordonne de se rendre à Sienne chez l'Archevêque, de ne pas quitter cette ville, etc... (5). Aucun de ces deux actes importants ne porte la signature de Galilée, pas plus que celles du notaire et des témoins; M. von Gebler songe-t-il à en nier l'authenticité?

Il y a plus. Les interrogatoires des témoins comme le P. Caccini, ou de l'accusé lui-même, d'après les règles que nous lisons dans les manuels inquisitoriaux faisant autorité, devaient se terminer par la signature, non-seulement du comparant comme nous le voyons dans les Actes du

(1) *Die Acten* etc., p. 21.

(2) Ms. du procès, fol. 378 r°.

(3) *Die Acten* etc., p. XXXII.

(4) « ... Super quibus etc. Actum Rome in Aula Congregationum Palatii Sti Offitii praesentibus R. D. Thoma de Federicis Romano et Francisco Ballestra de Offida Custode Carcerum hujus Sti Offitii testibus etc... » (fol. 421 v°).

(5) « ... Presente me Not° notificavit Galileo de Galileis decretum etc... Super quibus etc. actum Roma in cubiculo d. Galilei etc... » *Ms. du Procès*, fol. 453, v°.

procès, mais aussi du notaire, et des témoins quand il y en avait (1). Or, rien de pareil n'existe au bas des interrogatoires enregistrés dans le dossier. Il n'y a d'exception que pour les interrogatoires de Ferd. Ximenès le 13 novembre 1615 (fol. 371 et suiv.) et du chev. Attavanti le 14, envoyés par l'Inquisiteur de Florence. Mais on en voit bien la raison; ce sont là des *copies* d'interrogatoires qui ont eu lieu hors de Rome, copies transmises au tribunal suprême et dont l'authenticité doit être certifiée par la signature de l'expéditeur. C'est pour cette même raison que l'acte du 1er octobre 1632, cité par M. von Gebler, porte également les signatures de Galilée, de Girolamo Rosati et Senesio, témoins, et du Fr. Stefano da Savona, notaire du Saint Office de Florence (2). En général, l'examen du dossier tout entier montre que les pièces envoyées à Rome du dehors sont seules revêtues des garanties d'authenticité désirées par M. von Gebler. Dira-t-il que toutes les autres sont apocryphes ou sans valeur juridique? L'authenticité de ces documents, comme de tous les procès-verbaux ou enregistrements de décrets que M. von Gebler qualifie d'*annotations,* et parmi lesquels figure l'important décret du 16 juin 1633, résulte suffisamment de leur inscription dans les registres du Saint Office par la main du notaire et sous la surveillance des Inquisiteurs, comme il serait facile de le prouver par des textes contemporains; si M. von Gebler cherche d'autres instruments plus authentiques ou plus solennels de ces mêmes décrets, on peut lui prédire avec assurance qu'il ne trouvera rien. Il est vrai que nous trouvons fréquemment, dans les actes du Procès, les copies de décrets émanant de la Congrégation du Saint Office, décrets promulgués dans les séances du jeudi en présence du Saint Père, auxquelles n'assistaient pas les officiers ni le chancelier de l'Inquisition. Un procès verbal spécial était sans doute dressé pour ces séances des Cardinaux, relatant les décisions prises, et ce sont là, probablement, les documents sur lesquels M. Gherardi a mis la main et qu'il a publiés par extraits (3); mais à ces documents, dont la concordance avec ceux du Ms. du Vatican donne à ceux-ci une valeur indiscutable, manquent également les signatures et caractères d'authenticité que réclame M. von Gebler.

(*à continuer.*) PH. GILBERT.

(1) « *Actum per me N. de N. Notarium Sancti Officii, anno, die, loco et hora, ut supra.* » « ... E si termine l'esame come di sopra, con la sottoscrizione, e rogito del Notaro. » *Sacro Arsenale,* pp. 17 et 22.

(2) Ms. du Procès, fol. 398 v°.

(3) *Il Processo Galileo*, etc.... Florence, 1870, in-8°.

IV.

L'Astronomie pratique et les Observatoires en Europe et en Amérique, depuis le milieu du XVIIe *siècle jusqu'à nos jours*, par C. ANDRÉ et A. ANGOT. — Troisième partie. *États-Unis d'Amérique.* — Paris, Gauthier-Villars, 1877, in-12 de 168 pp.

MM. C. André et G. Rayet, astronomes adjoints de l'observatoire de Paris, ont commencé en 1874 la publication d'un ouvrage très intéressant et très instructif, où ils se proposent de présenter une histoire abrégée de l'Astronomie pratique en Europe et en Amérique depuis le milieu du XVIIe siècle jusqu'à nos jours, et de donner en même temps la description de tous les observatoires, ainsi que le résumé des principaux travaux exécutés dans chacun d'eux. Le volume que viennent de publier MM. C. André et A. Angot forme la troisième partie de cet ouvrage, dont trois autres parties sont déjà sous presse.

Sans vouloir et sans pouvoir rendre compte des deux premiers volumes qui ont paru en 1874, nous croyons utile néanmoins de dire quelques mots des matières qu'ils renferment, afin que les lecteurs de cette analyse puissent se faire une idée plus exacte de l'ensemble et de la valeur de l'ouvrage tel qu'il est aujourd'hui.

La première partie comprend l'histoire de l'astronomie pratique en Angleterre. Après avoir rappelé, dans quelques pages fort intéressantes, l'origine toute pratique de l'observatoire royal de Greenwich, fondé en 1675, trois ans après l'observatoire de Paris, les auteurs donnent une courte biographie des sept astronomes qui se sont succédé comme directeurs à l'observatoire royal, depuis Flamsteed jusqu'à l'illustre directeur actuel, M. Airy ; ils indiquent avec soin tous les changements et tous les perfectionnements qui intéressent vraiment les progrès de l'art astronomique ; enfin, ils donnent un résumé des immenses travaux qui se sont accomplis à l'observatoire royal d'Angleterre depuis sa fondation jusqu'à nos jours, c'est-à-dire pendant deux siècles. Ce chapitre étendu qui comprend, à lui seul, le tiers environ du volume, est un des plus beaux de l'ouvrage entier. Fondé dans le but parfaitement défini « d'aider, autant que faire se pouvait, aux intérêts maritimes qui furent toujours pour l'Angleterre une source de richesses et de prospérité, l'observatoire de Greenwich a toujours été et est encore aujourd'hui un observatoire de précision. A côté de lui, de nombreux observatoires, érigés par les puissantes universités du Royaume-Uni ou dus à l'initiative des riches propriétaires terriens de l'Angleterre ou des commerçants les plus considérables, tiennent à honneur d'étudier et de résoudre toutes les questions astronomiques que le programme de l'observatoire royal ne lui permet point d'aborder. C'est ainsi qu'ont été faits les travaux des Herschel, de Carrington, de Warren de la Rue, de Lassell, de Huggins, de Lockyer, qui nous ont fait pénétrer si avant dans la constitution intime des mon-

des qui peuplent l'univers.» Tous ces travaux, et bien d'autres, sont examinés avec soin dans trois des chapitres suivants : l'un est consacré aux observatoires universitaires de Radcliffe, de la Trinité et de Durham; le second, aux observatoires appartenant aux sociétés savantes ou aux municipalités, comme ceux de Kew et de Liverpool; enfin, le troisième aux vingt-cinq observatoires privés. Plusieurs de ces derniers ont jeté un vif éclat sur la renommée scientifique de l'Angleterre, surtout par les travaux de photographie astronomique et de spectroscopie, soit solaire, soit stellaire.

Le second volume est le complément de l'histoire de l'astronomie pratique dans le Royaume-Uni de la Grande Bretagne : il renferme la description des observatoires de l'Écosse, de l'Irlande et des colonies anglaises de l'Afrique, des Indes, de l'Australie et du Canada; enfin, cette seconde partie se termine par un résumé étendu des magnifiques travaux géodésiques exécutés aux Indes anglaises, « travaux gigantesques, comme le remarquent les auteurs, qui surpassent en étendue tous ceux que les autres nations européennes ont accomplis depuis le commencement de ce siècle. »

La troisième partie, que nous nous proposons d'analyser, contient la description des observatoires des États-Unis d'Amérique, ainsi qu'une foule de renseignements sur leur création, sur les causes de leur développement et sur les perfectionnements apportés par les divers astronomes ; de plus, un résumé des principaux travaux accomplis dans ces différents observatoires, et enfin quelques mots sur l'état actuel des esprits en Amérique, à l'égard de l'astronomie.

« Tandis qu'en Angleterre l'utilité et l'importance de l'astronomie ont été senties de très bonne heure et que, de tout temps, pour ainsi dire, cette science y a reçu les encouragements du pouvoir central et des grands corps de l'État, en Amérique, au contraire, le pouvoir central fut tout d'abord indifférent à la naturalisation de cette science, et ses premiers progrès ont été dus uniquement aux efforts de l'initiative privée. »

Les premières tentatives, antérieures à la guerre de l'Indépendance, remontent à 1761 et 1769, époques des passages de Vénus ; mais les trois observatoires temporaires, organisés par la *Société philosophique américaine*, ne survécurent pas à l'observation de cet important phénomène. Peu après la déclaration de l'Indépendance, en 1787, le Congrès avait décidé la division du territoire de l'Union en carrés de six milles de côté et l'exécution de plusieurs travaux géodésiques; le colonel Jared Mansfield, premier *Surveyor general* de l'Union, commença cette vaste entreprise en 1807 et peut être regardé comme ayant fait, à cette occasion, dans sa maison à Cincinnati, le premier effort sérieux pour acclimater les observations astronomiques. « A peu près à la même époque, John Lowell, citoyen de Massachussets, transmettait à Webber, *Hallis professor* de mathématiques et de philosophie naturelle à *Harvard College* de Cambridge, les instructions écrites que l'illustre Delambre lui avait remises, pendant son séjour à Paris, en 1805, sur l'organisation d'un observatoire et les instruments qu'un pareil établissement devait renfermer. » Ce ne

fut guère que dix ans plus tard, en 1815, que le projet d'observatoire, agité par quelques anciens élèves de *Harvard College*, reçut un commencement d'exécution. La Corporation de l'Université chargea une commission composée de MM. Lowell, Farrar et Bowditch, de prendre toutes les dispositions nécessaires pour fonder un observatoire. Malheureusement ce comité ne fut pas assez modeste dans ses goûts : les frais nécessaires à la création de cet observatoire dépassaient de beaucoup les sommes mises à la disposition du comité par quelques riches amis de la science; l'exécution du projet fut donc ajournée et la construction de l'observatoire retardée de plus de vingt ans.

En 1828, M. Sheldon Clarck, de New-Haven (Connecticut), faisait don au collége de cette ville, *Jale College*, d'une somme de 1200 dollars (6000 francs), destinée à l'achat d'une lunette. Cet instrument, mal installé, rendit peu de services; « il eut pourtant son jour de célébrité, » à propos de la réapparition de la comète de Halley, en 1835. Le retour de la comète de Halley à l'époque prédite par Damoiseau et de Pontécoulant, était comme le fait astronomique capital de l'année; tous les astronomes d'Europe et les savants américains attendaient cette époque avec impatience. Aussi ce fut un véritable triomphe pour l'Amérique lorsque les professeurs Olmsted et Loomis, de *Jale College*, annoncèrent dans les premiers jours d'août, c'est-à-dire bien avant qu'on eût pu être renseigné sur les travaux d'Europe, qu'ils avaient pu apercevoir la comète de Halley à l'aide de la lunette de Sheldon-Clarck. « Si l'on ne voulait donc plus être à cet égard tributaire du vieux continent, il fallait des instruments et des observatoires. » Cette idée se propagea comme un éclair dans les universités et les colléges; d'un autre côté, l'établissement du *Coast-Survey* en 1832 « avait ramené l'attention générale sur les travaux astronomiques. » Aussi à partir de 1836 vit-on s'élever une foule d'observatoires : l'Observatoire de *Williams College* (1836) à Williamstown, dans le Massachussets; puis ceux de *Western Reserve College* (1838) à Hudson, dans l'Ohio ; de *Harvard College* (1839) à Cambridge, dans le Massachussets, etc., etc. ; enfin « succédant à tous ces efforts individuels et venant, pour ainsi dire, les couronner, l'*Observatoire national*, depuis l'*Observatoire naval* de Washington, dont la création fut le signal d'un développement astronomique considérable et décida celle d'un grand grand nombre d'observatoires publics ou privés. »

Après cette esquisse historique, MM. C. André et A. Angot reprennent, en détail, dans les huit chapitres du volume, l'histoire des divers observatoires. Le premier chapitre est consacré aux observatoires de *Williams College* (Williamstown) (1836); fondé par le professeur Hopkins ; de *Western Reserve College* (Hudson) (1837) ; de *l'École supérieure de Philadelphie* (1840) ; de *Georgetown College* (Georgetown), créé en 1843, par les deux PP. Jésuites Jenkins et Stonestreet, professeurs de Georgetown College qui, depuis 1815, est élevé au rang d'université; de *Cincinnati* (1842), dû à l'initiative du professeur Ornsby-Knight-Mitchell et fondé par souscription.

Plusieurs de ces observatoires n'ont eu jusqu'ici qu'une importance

secondaire ; ils sont tous dus à l'initiative des professeurs ou à celle des universités. Les principaux travaux à mentionner se rapportent aux observations de la comète d'Encke et d'une comète de 1843 ; ils sont dus à Sears-Cook Walker (de l'observatoire de Philadelphie), qui devint plus tard le principal promoteur de l'application de l'électricité à la détermination des longitudes. Tandis qu'en Europe on n'employait l'électricité qu'à régler les horloges ou à faire mouvoir les aiguilles d'un cadran, aux États-Unis le problème fut envisagé à un tout autre point de vue : on voulait faire servir les courants à la détermination des longitudes. A cet effet, on chercha et l'on réussit à faire enregistrer par les courants certains signaux, dont l'heure était à chaque station primitivement notée par un observateur, et plus tard enregistrée automatiquement par l'instrument lui-même pour écarter toute erreur d'observation. Grâce aux travaux de Sears-Cook Walker, du Docteur Lock, du professeur Mitchell de Cincinnati et surtout du célèbre astronome William Cranch Bond, de Cambridge, on fut ainsi conduit « à la célèbre méthode d'observation astronomique actuellement employée partout, et à laquelle on a donné le nom de *méthode américaine.* »

Le deuxième chapitre tout entier est consacré à l'important observatoire de *Harvard College* (Cambridge), fondé vers 1838 par l'université et illustré par les beaux travaux de William Cranch Bond, de George Philipps Bond, fils du précédent, et de Joseph Winlock. De 1848 à 1851, cet observatoire qui est aujourd'hui très-bien outillé, a reçu, en souscriptions publiques, 9,745 dollars (48,725 francs) ; d'un ancien bienfaiteur David Sears 5,000 dollars (25,000 francs) ; d'un ami d'enfance de William Bond, ancien élève de l'université, 100,000 dollars (500,000 francs) ; de Josiah Quincy 10,000 dollars (50,000 francs), etc. Ces ressources considérables ont produit d'immenses résultats que MM. André et Angot analysent avec soin. Les limites imposées à ce compte-rendu, déjà trop long, nous permettent seulement de les mentionner. Ce sont les belles recherches (1848) de W. C. Bond et de son fils G. P. Bond sur le monde de Saturne ; la découverte du huitième satellite (Hypérion) de Saturne, « la première addition au système solaire qui ait été faite par un astronome américain ; » la belle étude de la Nébuleuse d'Orion par G. P. Bond, enfin les recherches du dernier directeur J. Winlock, qui, après avoir considérablement renouvelé le matériel, a fait une étude suivie des protubérances solaires, des observations d'étoiles pour la *Société astronomique allemande*, etc.

Le chapitre III, qui forme avec le précédent la partie la plus importante de l'ouvrage, comprend l'histoire de l'observatoire naval de Washington ; celui-ci n'a guère plus de trente ans d'existence et pourtant « peut être déjà placé à côté des grands observatoires des premiers États de l'Europe. » MM. André et Angot retracent rapidement toutes les tentatives qui ont été faites aux États-Unis, depuis 1810, par les hommes d'État de ce pays, pour amener la création d'un observatoire national. Ce n'est que vers le milieu de 1842 que le Congrès autorisa la fondation de l'observatoire naval de Washington. Les différents directeurs furent

successivement le lieutenant M. F. Maury (1844), si connu par son célèbre travail sur les vents et les courants; le capitaine Gilliss (1861), qui avait été le véritable fondateur de l'observatoire et qui, dès sa promotion à la superintendance, créa deux subdivisions dans l'observatoire de Washington, l'une pour les travaux astronomiques, l'autre pour les travaux météorologiques et magnétiques; l'amiral D. H. Sands, (1865), qui installa le grand équatorial actuel. Ce magnifique instrument n'a pas coûté moins de 325,000 francs et n'a aujourd'hui qu'un rival dans le monde entier, le grand équatorial de M. Newall, en Angleterre. Puis le contre-amiral B. F. Sands (1867); enfin, le contre-amiral H. Davis (1874). Beaucoup d'autres astronomes, parmi lesquels il faut surtout nommer S. C Walker, J. Ferguson, Eastmann, les professeurs Jarnall, Newcomb, Holden, Hall, Harkness, ont puissamment contribué à établir la renommée de l'observatoire de Washington. Les travaux accomplis pendant ces trente années sont tellement étendus que nous devons nous borner à ne citer que les plus importants : Les annales de l'observatoire, dont l'ensemble « forme un des plus beaux monuments de la science astronomique moderne ; » le beau travail de S. C. Walker, après la découverte de Neptune par Leverrier; la découverte de trois petites planètes par Ferguson, la publication d'un catalogue de 10,000 étoiles (observées de 1845 à 1871), par le professeur Jarnall, etc., etc., enfin, les recherches importantes faites à l'aide du grand équatorial, par les professeurs Newcomb, Holden, et Hall, sur le monde d'Uranus et de Neptune. « Pour ces astronomes, comme pour M. Lassell, les seuls satellites d'Uranus, actuellement connus, sont les quatre qui avaient été indiqués par l'éminent astronome de Liverpool. »

Les observatoires de West-Point et d'Annapolis, examinés dans le chapitre suivant, ne présentent rien de remarquable.

Le chapitre V, sur les observatoires universitaires, contient aussi beaucoup de détails qui ne manquent pas d'intérêt, ni parfois d'importance. La plupart de ces établissements doivent leur création, soit à la libéralité de quelque riche bienfaiteur, soit à l'initiative et aux efforts de quelque professeur, qui a su recueillir par voie de souscription publique les fonds nécessaires. Le modeste observatoire du collége Hamilton (Clinton) mérite une mention particulière : c'est là que de 1862 à 1876 l'astronome C. H. F. Peters, en faisant son atlas céleste, a découvert le nombre extraordinaire de vingt-cinq petites planètes, situées entre Mars et Jupiter.

Parmi les observatoires universitaires, les plus importants sont ceux d'Ann-Arbor (Michigan) et d'Alleghany-City; le premier « a eu la bonne fortune d'être dirigé dès l'origine par un des astronomes les plus habiles et les plus consciencieux de notre époque, » le Dr Brunnow, directeur actuel de l'observatoire de Dublin et l'auteur, comme on sait, de l'excellent traité d'Astronomie sphérique et d'Astronomie pratique, traduit en français par MM. André et Lucas. L'observatoire d'Alleghany, de création récente (1867), s'est déjà illustré par les travaux de son premier directeur, M. S. P. Langley, qui s'adonne surtout à l'étude du Soleil. Nous pouvons

féliciter les auteurs d'avoir donné, dans ce chapitre, la belle gravure qui reproduit d'après un magnifique dessin de M. Langley, une « *tache type* » du soleil, observée à Alleghany-City, en décembre 1875.

Les observatoires privés font l'objet du VIe chapitre. Le plus remarquable d'entre eux est l'observatoire Dudley, fondé en 1851, par quelques riches souscripteurs. C'est un bel exemple de ce qu'a produit en Amérique l'initiative privée.

Mme ve Dudley seule a donné, en différentes fois, 105,000 dollars (525,000 francs). L'observatoire Dudley s'est surtout signalé sous le directeur actuel, M. C. W. Hough (1862), qui s'est distingué par ses procédés d'observation et en particulier par sa machine à enregistrer électriquement, non-seulement les ascensions droites comme cela se fait dans toute l'Amérique, mais aussi les déclinaisons et même la grandeur de chaque étoile observée.

Le chapitre VII se rapporte « aux observatoires photographiques. » Pour ce genre de travaux, il y a aux États-Unis deux établissements (privés) de premier ordre, l'observatoire de M. L. N. Rutherfurd et celui de M. J. W. Draper, tous deux à New-York.

M. Rutherfurd ne se borne pas, comme dans la plupart des observatoires photographiques, « à des recherches en quelque sorte qualitatives, telles que la photographie de la lune, celle du soleil, de ses taches et même de ses protubérances, mais il a essayé le premier et avec un succès remarquable, d'appliquer la photographie aux mesures de précision, par exemple, à la détermination des positions relatives des étoiles qui composent un même groupe. » Outre les travaux de M. Rutherfurd en photographie astronomique et en spectroscopie, il faut mentionner également ses « *réseaux de diffraction,* » qu'il excelle à fabriquer et qu'il distribue avec tant de générosité dans ses voyages en Europe.

M. Henry Draper a été, dès son enfance, élevé au milieu des travaux photographiques par son père, J. W. Draper, qui a fait beaucoup de recherches photographiques et qui le premier publia, en 1840, une image daguerréotypique de la lune. Au retour d'un voyage en Europe, M. H. Draper, qui avait admiré le grand télescope de Lord Ross, s'est construit lui-même un magnifique miroir argenté de télescope et s'est adonné dans la suite, avec le plus grand succès, aux études spectrales qu'il continue aujourd'hui.

MM. André et Angot terminent leur ouvrage par un chapitre très court sur les dispositions actuelles du peuple américain à l'égard de l'astronomie et sur les observatoires en projet. « Le désir général paraît être aujourd'hui d'avoir des instruments plus puissants qu'aucune nation du monde » et ce désir a donné lieu lieu aux projets les plus grandioses. Pour ne citer qu'un exemple, en 1875, un riche négociant de San Francisco légua à l'université de l'État de Californie la somme de 700,000 dollars (3,500,000 francs), pour l'établissement d'un observatoire qui devra être muni d'un équatorial gigantesque, plus puissant que tous ceux qui ont déjà été faits, et d'ouverture aussi grande que le permettent les progrès accomplis jusqu'ici en optique. « L'observatoire portera le

nom de son riche donateur et s'appellera : *Lick Astronomical Department of the University of California.* »

Le volume dont nous avons essayé de donner une analyse forme, avec les deux premières parties, parues en 1874, un ouvrage important que liront avec bonheur tous ceux qui de près ou de loin aiment l'astronomie. A notre avis, c'est un beau et bon livre; l'astronome-praticien et l'astronome-théoricien,comme le simple amateur,y trouveront une foule de renseignements précieux en même temps que mille détails très instructifs et du plus haut intérêt. Nous pourrions citer peu d'ouvrages plus propres à exciter l'enthousiasme pour une science qui s'est acquis d'ailleurs tant de titres à l'admiration et à la reconnaissance de l'humanité. On aime à considérer les humbles commencements et les humbles débuts de cette science « majestueuse,» comme l'appelle Gratry; on aime à voir les difficultés sans nombre tour à tour rencontrées, cherchées et vaincues, et à contempler enfin les magnifiques résultats obtenus, grâce à la science, à l'énergie, à la persévérance, à l'habileté de quelques hommes d'élite, de quelques travailleurs infatigables dont rien n'a pu rebuter le dévouement, ni la patience; grâce aussi parfois à de généreux encouragements, donnés, sous les auspices d'une liberté pleine et entière, à la plus belle des sciences, par quelques nobles cœurs. En publiant cet ouvrage, MM. André, Rayet et Angot auront puissamment contribué à faire aimer, et l'astronomie, et ses dignes et généreux bienfaiteurs.

CLÉMENT DUSAUSOY.

V.

Photographie par émulsion sèche au bromure d'argent pur, par ALFRED CHARDON. Paris, Gauthier-Villars 1877, gr. in-8°, 70 pp.

Tel est le titre d'un ouvrage imprimé avec luxe et sur beau papier, ce qui ne gâte rien. M. Chardon y décrit, avec clarté et précision, le *procédé par émulsion sèche* pour lequel il vient de remporter le prix au concours ouvert par la *Société française de photographie.*

On sait que depuis longtemps, on prône l'emploi en photographie des procédés secs qui permettent d'utiliser des plaques préparées à l'avance et facilitent ainsi beaucoup l'usage de la photographie dans les missions lointaines, les excursions ou les recherches scientifiques.

Le nombre des procédés au collodion sec et la variété des substances employées à la conservation de la sensibilité des plaques sèches prouvent bien que, sous l'un ou l'autre rapport, ces procédés laissaient tous plus ou moins à désirer.

Aussi, n'est-il point étonnant de voir les associations photographiques s'occuper de la question et organiser des concours pour hâter les progrès dans la voie tracée. La *Société française de photographie*, dès le

mois de novembre 1875, ouvrit un concours spécial à ce sujet, et formula dans un programme détaillé les diverses conditions à remplir par le procédé désiré.

Le gouvernement français, appréciant toute l'importance des services que rend la photographie aux arts, à la science et à l'industrie, n'a pas hésité à joindre une somme de cinq cents francs au prix proposé par la Société.

L'association belge de photographie, elle aussi, ouvrit en 1875 (1) un concours dans ce même but, mais jusqu'ici, nous n'avons pu encore lire de rapport sur les résultats obtenus dans notre pays.

Trois concurrents se sont présentés au concours ouvert par la *Société française de photographie*, et un jury formé de notabilités fut chargé de juger le concours. Dès le premier examen, un seul candidat, Monsieur Alfred Chardon, resta en lice et c'est son procédé seul qui put soutenir les essais et le jugement de la commission.

Celle-ci put de suite constater la bonne conservation des plaques déposées pour le concours (trois mois auparavant), elle reconnut aussi la facilité de l'emploi de l'émulsion sèche et sensible, puis elle prépara elle même, d'après les formules et les renseignements du mémoire, le collodion, l'émulsion, les plaques, etc. Elle put ainsi constater la conformité des résultats obtenus en employant, soit les préparations déposées en vue du concours, soit celles faites par elle même, en suivant pas à pas les données du manuscrit.

Dans les procédés anciens, la couche sensible à la lumière ne se formait, sur la plaque de verre, que par l'immersion de cette plaque recouverte de collodion ioduré et bromuré dans un bain de nitrate d'argent. Dans les *procédés aux émulsions*, (appelés aussi, il y a quelques années, du nom de *collodio-bromures)* les sels sensibles sont formés dans le collodion même par une addition directe de nitrate d'argent au collodion tenant le bromure alcalin en solution. Ce collodion est ensuite précipité par l'eau pour isoler le bromure d'argent englobé dans du pyroxyle, et ce précipité peut être lavé et séché pour former l'*émulsion sèche* laquelle peut se conserver indéfiniment.

Cette émulsion peut être redissoute dans de l'alcool mêlé d'éther et former un collodion sensible. Il suffit de verser ce collodion sur la plaque de verre, et de laisser sécher, pour avoir une plaque propre à être utilisée immédiatement ou à être conservée, à l'abri de la lumière, pendant des mois entiers sans perdre de sa sensibilité à l'action des rayons lumineux.

Après les travaux de Marc-Antoine Gaudin en France, ceux de Sayce et Bolton, de Carey Lea en Amérique, après ceux du colonel Stuart Wortley et de Warnerke en Angleterre, il va sans dire que le procédé de M. Chardon n'est pas complétement neuf, et l'auteur est loin d'avoir cette prétention.

(1) *Bulletin de l'assoc. belge de photographie.* II vol. p. 169.

Il est toutefois juste de reconnaître qu'avant lui les procédés aux émulsions étaient bien compliqués, mal décrits, et que fort probablement les formules publiées n'avaient point été divulguées d'une manière nette et précise.

C'est dans ces conditions que M. Chardon présenta au concours de la *Société française* le résultat des recherches qu'il poursuivait déjà depuis 1872, et ces résultats ont été trouvés si remarquables et si nets que la Commission du concours lui a décerné le prix.

Une des conditions proposées était de livrer au domaine public le procédé couronné. M. Chardon publie donc, dans l'ouvrage que nous avons sous les yeux, tous les détails de son procédé, lequel se distingue spécialement par l'utilisation d'une émulsion sèche de bromure d'argent englobé dans du pyroxyle, par la porosité de la couche, porosité obtenue en employant un pyroxyle spécial, par l'absence de tout préservateur et par l'addition au révélateur alcalin d'un renforçateur destiné à donner à l'épreuve toute l'intensité nécessaire.

Par ce procédé, ainsi que le rapport du jury le constate, le temps de pose est réduit des deux tiers, si on le compare aux meilleurs procédés au collodion sec, mais reste encore environ le double de celui réclamé par un bon collodion humide.

Les épreuves sont d'ailleurs remarquables par la finesse des détails, par les demi-teintes et par la vigueur des clichés ; cela se comprend assez, puisque l'image n'est point superficielle mais occupe, à peu près, toute l'épaisseur de la couche poreuse émulsionnée.

Voilà bien des qualités et les amateurs de philosophie voudront, nous en sommes sûrs, essayer du procédé de M. Chardon; aussi, les renvoyons nous, avec confiance, à l'ouvrage que vient de publier la maison Gauthier-Villars de Paris. Ils y trouveront tous les détails d'exécution et les formules de préparations ; les manipulations sont clairement décrites; nous aurions peut-être à relever quelques petits erreurs dans les formules et équivalents des corps employés, mais elles ne nous paraissent point avoir assez d'importance dans la pratique pour nous en occuper.

Le procédé nouveau semble présenter tant d'avantages qu'il semble appelé à faire oublier tous les procédés au collodion sec, et même à faire une rude concurrence au collodion humide.

D W.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIQUE.

Actinométrie. — Il serait aisé de démontrer l'utilité pratique immédiate de toute étude qui se rapporte au soleil. Le soleil est, dans le système stellaire auquel nous appartenons, ce que le cœur est dans l'organisme humain : l'organe de la circulation vitale (1). Mais sous combien d'aspects différents ne peut-on pas considérer cet astre? Et que de directions ouvertes à l'esprit qui veut en faire l'objet de ses recherches! On peut dire en particulier que toute la Météorologie converge vers le soleil, comme vers un point central, d'où sont partis tous les phénomènes qu'elle observe, et vers lequel tous retournent. Je me propose de parler ici d'un genre d'observations qui le touchent bien directement et qui me semblent trop peu répandues : les observations actinométriques.

Une grande et longue discussion a surgi récemment entre astronomes, sur la température du soleil : je ne tenterai pas de la résumer, — ce dont elle aurait pourtant grand besoin, — mais il est bien évident qu'on ne pourra la trancher qu'en s'appuyant sur des mesures actinométriques nombreuses et précises.

Qu'est-ce que l'actinométrie? C'est, d'après le nom, la mesure d'un rayonnement quelconque; mais l'usage a voulu qu'on l'appliquât presque exclusivement à la mesure du rayonnement solaire. Ce nom, si je ne me trompe, date de Pouillet qui, précisément, nomma actinomètre un appareil destiné à mesurer — non pas le rayonnement du soleil — mais le rayonnement nocturne du ciel.

(1) V. Secchi, *Le Soleil* 2e p. ch. 1. Influence des radiations dans l'univers.

Le soleil, par tous les points de sa surface, émet des rayons lumineux et calorifiques, qui se répandent autour de lui et produisent dans l'espace tout un système d'ondes concentriques. D'après des mesures récentes de MM. Langley et Ericcson (1) la chaleur serait symétriquement répandue sur toute la surface de l'astre et, par suite, symétriquement rayonnée par chacun d'eux, à partir du centre. Il s'ensuivrait encore que les deux hémisphères du soleil enverraient dans l'espace très exactement la même quantité de chaleur. Si cette chaleur rayonnée ne rencontrait aucun obstacle, en aucun point de son chemin, il serait aisé d'évaluer la quantité qu'en reçoit la terre. Il suffirait de mesurer celle qui tombe normalement sur un centimètre de surface, et de multiplier le chiffre obtenu par l'aire d'un grand cercle terrestre.

Mais d'abord, il n'est peut-être pas exact que la répartition et le rayonnement de la chaleur soient constants en tous les points de la surface solaire. Le P. Secchi le conteste (2) et on se sent porté à le croire; la nature répugne généralement à des symétries aussi rigoureuses.

D'ailleurs, la radiation ne se produit pas qu'à la surface de l'astre, les couches superposées jouissent d'une assez grande transparence pour que leurs actions s'ajoutent l'une à l'autre; or nous savons par l'examen des taches solaires, combien ces couches sont profondément et largement déchirées combien ces taches elles-mêmes sont inégalement réparties. Ce sont là sans aucun doute des causes puissantes de variation dans le rayonnement solaire.

Mais alors même qu'il serait invariable à son point de départ, les rayons émis ont à traverser pour arriver jusqu'à nous — l'atmosphère solaire d'abord qui les absorbe très inégalement — puis les milieux interplanétaires, au sein desquels ils peuvent rencontrer des nuées d'astéroïdes en voyage, qui en retiendront une bonne part — enfin notre atmosphère à nous, si variable dans sa masse, dans ses agitations, dans sa richesse en vapeur d'eau, etc.

On voit combien la question se complique. Toutefois, le problème, si difficile et si enchevêtré qu'il soit, n'a pas rebuté, moins encore découragé les savants.

Une première donnée a été fournie par Lambert. Il calcula les épaisseurs d'atmosphère que les rayons du soleil devaient traverser aux diverses heures du jour, et les ramena à la formule connue

$$e = \sqrt{2rh + h^2 + r^2\cos^2 z} - r\cos z.$$

Dans cette formule

e représente l'épaisseur atmosphérique cherchée;
r le rayon.... moyen de la terre;
h la hauteur verticale de l'atmosphère;
z la distance zénithale du soleil.

(1) Langley. Sur la température relative des diverses régions du soleil. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* t. LXXX, pp. 819 et 935. — Ericcson, *Solar investigations*, dans *Nature*, vol. XII, 14 oct. 1875 et vol. XIII, 9 déc. 1875.

(2) Secchi, *Le Soleil* 2e éd. t. I, p. 205.

En partant de la formule de Lambert, et en discutant des séries d'observations nombreuses, Pouillet fut amené à la conclusion que voici : l'élévation de température que subit l'unité de surface, sous l'action du rayonnement solaire, peut toujours être exprimée par

$$t = ap^{e}.$$

a et p sont ici deux constantes et e l'épaisseur calculée par la formule précédente;

a est une constante fixe, indépendante de l'atmosphère, appelée la constante solaire;

p une constante atmosphérique, variable de jour à autre, et même d'heure en heure, avec la sérénité du ciel et de l'atmosphère.

On voit que l'observation du rayonnement se simplifie. En effet, dans cette formule, a peut être déterminé facilement pour un appareil donné. Les expériences de Pouillet le conduisaient à lui donner, pour son instrument la valeur de 6°72; c'est-à-dire que l'élévation de température qu'eût subie l'appareil, eût été de 6°72, s'il avait pu absorber la totalité du rayonnement solaire ou être transporté aux limites extrêmes de nos couches atmosphériques. Hypothèses qui reviennent à poser $p = 1$ ou $e = 0$. Nous verrons bientôt comment on procède pour déterminer a. a étant connu, e pouvant être calculé, il suffit d'observer expérimentalement l'élévation t, et l'on en déduit alors la valeur p, c'est-à-dire l'absorption correspondante au jour et à la sérénité du ciel.

C'est précisément l'observation dont il conviendrait, nous semble-t-il, de généraliser l'usage dans les stations météorologiques.

Le nombre des appareils qui peuvent s'y prêter est grand, mais tous ne sont pas d'une égale commodité. Il faudrait citer par ordre d'antiquité, tout d'abord l'actinomètre d'Herschel : simple thermomètre à piston plongeur, rempli de sulfate ammoniacal de cuivre. On l'exposait au soleil dans une boîte noircie, fermée du côté de l'astre par une mince feuille de verre (1).

En même temps qu'Herschel se servait de cet instrument — assez imparfait — au cap de Bonne-Espérance, Pouillet, à Paris, suivait les variations de son héliothermomètre. C'était un thermomètre dont le réservoir, exposé directement au soleil par une de ses faces, était entouré de tous les autres côtés d'une enceinte maintenue à 0°. Pouillet modifia cet instrument et sous ces deux formes nouvelles, l'héliothermomètre direct et l'héliothermomètre à lentille constitue un appareil très précis.

On connaît assez généralement l'héliothermomètre direct, sous le nom de pyrhéliomètre. Le thermomètre y plonge au sein d'une mince boîte cylindrique d'argent poli, contenant environ 100 grammes d'eau. La base du cylindre qui reçoit les rayons solaires est enduite de noir de fumée. Le pyrhéliomètre à lentille a son thermomètre plongeant dans un vase d'argent, contenant environ 600 grammes d'eau, et placé au foyer d'une lentille de 20 à 25 centimètres de diamètre dont la distance focale est

(1) Herschel. Result of astronomical observations made at the Cape of Good-Hope; dans *The Edinburgh Journal of Science*, l. 3, p. 107. 1825.

d'environ 70 centimètres. La forme du vase et la disposition de la lentille sont telles que, pour toutes les hauteurs du soleil, l'incidence des rayons est normale à la lentille et à la face du vase destinée à les absorber (1).

Citons encore l'appareil Secchi. Le thermomètre, à gros réservoir reçoit directement les rayons solaires à travers une ouverture de diaphragme, dont le diamètre est sensiblement égal à celui du réservoir thermométrique. Il est de plus entouré d'une petite chaudière annulaire, dont la capacité est pleine d'eau, d'huile ou de vapeur, maintenue à une température constante (2).

En résumé, dans tous ces appareils, le rayonnement solaire affecte le thermomètre, et pour en déterminer l'intensité, on compare l'élévation de température qui en résulte, à celle qui résulte du rayonnement d'autres corps, portés à une température connue, et affectant à leur tour, dans les mêmes conditions, le même thermomètre.

La manipulation de ces appareils est longue et délicate, et il n'y a guère espoir de les voir s'introduire dans le matériel des stations secondaires. Mais on peut recourir à des appareils plus simples et d'une observation plus facile.

En Angleterre, on a choisi un instrument préconisé par Sir J. Herschel, mais différent notablement de l'actinomètre décrit plus haut. C'est un thermomètre à maxima, à réservoir sphérique, noirci au noir de fumée, et placé au centre d'un ballon dans lequel on a fait le vide. On le couche sur le gazon et on observe la température qu'il prend, sous l'action des rayons solaires (3). Voici ce qui se passe :

Le thermomètre noirci absorbe les rayons qui pénètrent jusqu'à lui au travers de l'enveloppe du ballon; sous leur action il s'échauffe, et sa température s'élève jusqu'au moment où il perd, par son propre rayonnement une quantité de chaleur égale à celle qu'il reçoit lui-même, par le rayonnement solaire. En ce moment, il y a équilibre entre la chaleur reçue et la chaleur émise, et la température reste stationnaire.

Or, Newton a démontré que, à travers le vide, le rayonnement est proportionnel à l'excès de la température du corps qui se refroidit, sur celle de l'enceinte où le refroidissement s'opère. Nommons, pour plus de clarté, T la température du thermomètre, au moment de l'équilibre dont nous parlions tantôt, t celle de l'enceinte ou du ballon; T-t donnera la mesure du rayonnement du thermomètre, et, comme celui-ci est alors égal au rayonnement solaire, T-t donnera de ce dernier une évaluation exacte.

T est facile à déterminer et n'exige qu'une lecture, mais t? On est convenu, en Angleterre, de prendre pour t, ou pour la température du ballon, la température marquée par un second thermomètre placé à l'ombre. Mais il est difficile, ainsi que le remarque M. Marié Davy, il ost

(1) Pouillet. *Traité de Physique*, t. 2, 7 éd., p. 107.

(2) Secchi. *Le Soleil*. 2e édit., t. 2, p. 243, et *Bullet. del Oss. del Coll. Romano*. 1863, p. 19.

(3) *Quarterly Journal of the meteorolog. Society*. Avril 1874.

difficile d'admettre que deux corps placés l'un à l'ombre, l'autre au soleil, puissent avoir la même température, et dès lors, ce mode d'observation est trop sujet à erreur pour ne pas présenter de graves inconvénients(1).

Un appareil plus parfait, imaginé par Arago, modifié d'abord par M. Ch. Sainte-Claire Deville, puis par M. Marié Davy lui-même, est employé à l'Observatoire de Montsouris et porte le nom d'actinomètre d'Arago. Il se compose de deux thermomètres concordants, fixés chacun au centre d'un ballon d'environ 5 centimètres de diamètre, dans lequel le vide a été fait avant qu'on ne les fermât au chalumeau. L'un des deux thermomètres a la boule noircie, l'autre l'a conservée brillante. Le premier fournit la température T, le second la température t d'une enceinte analogue à celle qui renferme le premier thermomètre, et que l'on peut considérer comme placée dans les mêmes conditions, puisque les deux instruments sont fixés côte à côte, sur un même pied.

Voilà bien un moyen facile d'obtenir avec exactitude la différence T-t, ou l'expression de la radiation solaire. Il ne demande que deux lectures et un appareil dont le prix est assez modique pour n'effrayer personne.

Sans doute, l'instrument a des imperfections, il est sujet à des causes d'erreur. Le P. Secchi les a relevées (2). Ainsi pour n'en citer que deux : — le verre du ballon absorbe une partie des radiations obscures, si abondantes dans les rayons solaires; la température de l'enceinte est influencée par l'agitation de l'air, et les observations faites en temps calme ne sont pas comparables à celles que l'on ferait par un vent de tempête. Disons cependant avec M. Marié Davy : « La science sans doute est toujours à la recherche de l'absolu, mais dans sa route pour atteindre ce but, il lui faut faire usage des instruments de moins en moins imparfaits dont elle peut disposer. » C'est une grande qualité pour un chercheur de savoir se résigner à l'imparfait. Que pourrait-on bien gagner à se croiser les bras en attendant que la perfection nous arrive? Nous arrivera-t-elle jamais?

Au reste, alors même que l'actinomètre d'Arago ne donnerait pas de la radiation solaire une mesure suffisamment précise, il fournirait du moins le procédé le plus commode et peut-être le plus exact, pour évaluer l'éclairement du ciel aux diverses heures du jour et aux diverses époques de l'année.

Revenons à l'expression établie plus haut,

$$T-t=Ap^e$$

e est connu par la formule de Lambert, T—t est donné par l'observation, A et p sont seuls inconnus. A, la constante solaire, est indépendante de l'état atmosphérique, mais elle varie avec l'instrument employé. Il faudra donc la déterminer une fois pour toutes. A cet effet, on choisit des jours sereins, clairs, à ciel bleu, et l'on observe l'appareil Quand on a

(1) Marié Davy. *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris*. 1876. Mesures actinométriques.

(2) *Comptes rendus de l'Acad des sciences*. T. LXXIV, p. 26.

réuni une série d'observations semblables, il est aisé de déterminer par un calcul élémentaire la valeur de A et celle de p.

On a trouvé pour l'actinomètre étalon de Montsouris

$$A=17^{\circ}0 \text{ et } p=0,875.$$

Or, voici ce que la connaissance de la valeur de p, c'est-à-dire, la valeur de l'absorption atmosphérique par un ciel serein, apporte d'avantages à l'observateur.

Elle lui permet de calculer à l'avance le degré actinométrique $T-t$ qui correspondrait à tel lieu, à tel jour, à telle heure, si le ciel était sans nuages. En comparant plus tard, au jour et à l'heure convenus ce degré avec le degré observé, il pourra en déduire la quantité de rayons absorbés ou réfléchis par les nuages, car les deux cas se présentent.

Mais peut-être ces calculs, si simples qu'ils soient, effraieront-ils encore. Hâtons-nous d'ajouter qu'on peut les réduire. Voici comment.

Pour écarter de la constante atmosphérique la constante expérimentale qui la complique, et rendre les diverses observations comparables, on est convenu à Montsouris de prendre pour A la valeur arbitraire, 100. Dès lors, il faut que l'on cherche, pour chaque instrument, un facteur convenable, qui ramène à cette valeur fictive, la vraie valeur de la constante solaire de l'appareil. On y arrive par la comparaison des appareils particuliers à l'appareil étalon de Montsouris. M. Marié Davy se charge volontiers de cette comparaison.

L'actinomètre, dont je me sers moi-même à Namur (Salleron n° 44), a pour correction

$$\left[(T-t)-0,2\right]6,40 = \text{le degré actinométrique.}$$

J'ai donc à observer la différence des températures, à en retrancher 0,2, et à multiplier l'excès par 6, pour trouver le degré actinométrique du jour et de l'heure. Cette observation, on le voit, n'est pas plus compliquée que la lecture et la réduction d'une hauteur barométrique.

Quant aux degrés actinométriques calculés à l'avance, M. Descroix en a dressé des tables, où ils sont déterminés pour tous les jours de l'année, à l'heure de midi, et pour toutes les latitudes entre 42° et 51°. Elles sont publiées par l'Annuaire de l'Observatoire de Montsouris.

Pourquoi cet actinomètre ne se répandrait-il pas? Il permettrait de recueillir avec précision une donnée climatologique importante; il rattacherait entre elles l'observation de l'eau évaporée et de l'eau tombée, par l'étude d'une absorption corrélative de l'eau suspendue dans les nuages; il conduirait peut-être même à une détermination plus approchée de la température solaire. Certes, ce sont là des utilités qui méritent de fixer l'attention sur l'actinomètre, et qui compenseraient abondamment un mince surcroît de travail, ajouté à la tâche quotidienne de nos météorologistes.

Le téléphone. — Un petit appareil, d'apparence bien modeste, bien modeste encore dans sa constitution intérieure, occupe aujourd'hui l'attention des deux mondes. Ce ne sont pas seulement les hommes de science qui s'intéressent à lui, l'observent et l'étudient; les personnes les plus

étrangères au mouvement scientifique, attirées par l'étonnant et le merveilleux du résultat, accourent de toutes parts et avec une curiosité d'autant plus impatiente que, pour elles, le mystère est plus grand, elles veulent à tout prix, et sans retard, entendre parler le téléphone.

Depuis tantôt deux mois on a beaucoup écrit sur le téléphone; les journaux politiques ont sur ce point dépassé les revues scientifiques et, tandis que les petites gazettes de province ont eu leur article, très long, très enthousiaste et très inexact parfois sur le téléphone, les Comptes-rendus de l'Académie en ont à peine dit un mot, le Journal de physique d'Almeida vient, en décembre seulement, d'en parler à ses lecteurs. En science, comme ailleurs, le premier élan est presque toujours démesuré, la première admiration dépasse les bornes; mieux vaut attendre et n'asseoir son jugement que sur une connaissance raisonnée.

Le fait est bien vrai; nous sommes arrivés à nous parler à des distances, dont la voix la plus forte ne pouvait parcourir qu'une partie vraiment dérisoire; il ne s'agit plus de signes conventionnels, tracés au loin, auxquels on attachait un sens qui faisait reconnaître la pensée : nous sommes loin des grands bras de Chappe, des oscillations d'une aiguille aimantée, des points et des lignes de Morse, nous sommes loin de ces télégraphes imprimants, si ingénieux toutefois et d'un si parfait mécanisme; il ne s'agit même plus de reproduire au loin, une écriture connue, un dessin, une signature, un portrait : nous sommes loin du pantographe Caselli. Ici la parole, l'accent, le timbre, les inflexions de la voix, non pas seulement ce qui tient à son essence, mais tous ces caractères minutieux qui la rendent personnelle, tout est transmis; et à des centaines de lieues de distance, à travers les mers comme sur le sol ferme; vous entendez, vous reconnaissez celui qui vous parle et vous interroge : « C'est lui, il est là! »

Avant d'entrer dans les détails de cette découverte qui comptera parmi les plus surprenantes de notre époque, faisons-nous une idée du problème qu'elle a résolu. Il fallait reproduire à toute distance la voix humaine et la parole, le langage articulé de l'homme; et les reproduire de telle façon, qu'elles fussent rendues perceptibles à l'organe qui est accoutumé à les recevoir, à l'oreille. Qu'y a-t-il dans la voix de l'homme et dans son langage? A quelle réalité physique, à quel phénomène objectif répondent nos impressions auditives? Il y a longtemps déjà que la question, prise à ce point de vue, avait été étudiée et résolue par les physiciens.

La voix humaine parcourt une échelle sonore assez étendue. Une basse-taille descend au mi_1 et monte au fa_3; le ténor monte de l'ut_2 à l'ut_4. Les voix de femme descendent moins, mais s'élèvent davantage; l'alto est enfermé entre le fa_2 et le fa_3; le soprano entre l'ut_3 et l'ut_5. La plus basse de ces notes correspond à 80 vibrations par seconde environ, la plus élevée à 1000 vibrations. Une des premières conditions que devra remplir le téléphone sera de pouvoir effectuer toutes les vibrations comprises entre 80 et 1000 par seconde.

Il est excessivement rare que la voix humaine émette un son simple;

comme tout instrument sonore, elle superpose, à un son fondamental, une série plus ou moins riche d'harmoniques. Dans un son grave et clair, émis par une voix de basse, nos résonnateurs ont saisi jusqu'à seize harmoniques.

Une deuxième condition de l'appareil sera donc de pouvoir, aux vibrations du son fondamental, superposer les vibrations propres à chacune de ces harmoniques multiples; de pouvoir vibrer d'un mouvement d'ensemble pour émettre le premier, et se diviser en parties vibrantes élémentaires pour émettre les seconds.

La parole humaine est une combinaison de deux éléments essentiels : la voyelle et la consonne. Les voyelles, que l'on dit souvent être en nombre très restreint dans chaque langue : *a, e, i, o, u* sont en réalité en nombre infini; de l'*a* bref jusqu'à l'*a* ouvert, que de nuances ne peut-on pas intercaler! que de gradations entre l'*e* muet et l'*é* chargé de son accent circonflexe; et ainsi de suite. Ajoutez-y les nasales *an, in, un, on*; Ajoutez-y les variétés d'accent propres à la langue et à la personne qui les émet.

Au fond pourtant, ces émissions de voyelles se réduisent encore à des vibrations, simples parfois, mais le plus souvent compliquées de vibrations harmoniques. On a fait sur ce point de longues études et très minutieuses. Les analyseurs de Koenig ont donné, dans l'image des dentelures de leur flamme, le caractère propre de chaque voyelle, et M. Helmholtz a été amené à cette loi fort simple : « Pour former une voyelle déterminée, il faut ajouter au son de la voix, tel que le produit le gosier, une ou plusieurs notes caractéristiques, toujours les mêmes. On les a nommées vocables. Elles changent avec la voyelle prononcée, mais pour une même voyelle, elles sont indépendantes de la hauteur du son et de la personne qui les émet.

Voici pour quelques voyelles les vocables correspondantes.

Ou	O	A	Ai	E	I	Eu	U
fa_2	si_3 *bém.*	si_4 *bém.*	$ré_4$ et sol_5	fa_3 et si_5 *bém.*.	fa_2 et $ré_6$	fa_3 et ut_5 *di.*	fa_2 et sol_5

En partant de ces données, le mécanisme physiologique de l'émission des voyelles est facile à saisir. Deux lèvres membraneuses, que l'on a appelées *cordes vocales,* mais qui n'ont de corde que le nom, vibrent dans le pharynx; le nombre de leurs vibrations, plus ou moins grand d'après la tension que leur communique le jeu des muscles, détermine la naissance du son et de ses harmoniques. La cavité délimitée par la glotte, le voile du palais, la langue, les joues et les lèvres, reçoit communication de ces mouvements vibratoires; elle agit comme un résonateur à parois mobiles, et, d'après la forme que peuvent lui donner les positions variables de ces parois, elle renforce tantôt telle série d'harmoniques, tantôt telle autre. De là les voyelles avec leur timbre particulier. Ainsi M. Jourdain passait de l'o à l'a, sous l'habile direction de son maître de philosophie, rien qu'en donnant à sa bouche les formes que l'on sait.

Que l'on veuille y réfléchir, l'on verra que la reproduction des voyelles n'exige dans le téléphone aucune condition nouvelle; et que les deux premières y suffisent amplement.

Et les consonnes? Les consonnes sont moins un son proprement dit qu'une manière de l'émettre; elles sont déterminées par un coup de langue, un mouvement des lèvres, une espèce d'explosion du courant aérien qui porte la voyelle; tantôt cette explosion précède la voyelle et tantôt elle la suit; elle précède dans *ba be bi*... elle suit dans *ab*, *at*, *al*, *ar*.... Ajoutez à ceci le sifflement de *s*, *z*, *j*, *r*... les fortes aspirations de *h*, l'expiration gutturale de *g*, *ch*, dans quelques langues bien connues.

L'analyse détaillée de la consonne n'a guère été poussée au-delà de ce que nous venons de dire, mais une considération tout autre peut la remplacer. En vérité, elle eût pu remplacer toutes les considérations qui précèdent. Je veux parler du mécanisme de l'oreille.

Qu'est-ce donc en définitive que l'oreille, si on vient à la réduire à ses éléments essentiels, à savoir : les fibres de Corti? — Un vibrateur à cordes. — L'oreille perçoit cependant, et les voyelles, et les consonnes, et le timbre, et l'accent; en un mot toutes les délicatesses de la voix et de la parole. N'est-ce pas le signe que dans la voix et dans la parole, si compliqués que soient les phénomènes, il n'y a autre chose que des vibrations.

Dès lors que faut-il pour transmettre la parole, sinon transmettre les vibrations qui la composent?

On voit que les conditions imposées au téléphone se réduisent à une seule, pouvoir vibrer à l'unisson de la voix humaine. Réduit à cette forme, le problème ne laisse entrevoir aucun genre d'impossibilité; il a même un aspect relativement simple... C'est ainsi que pour découvrir le nouveau monde, il suffisait d'orienter de ce côté la proue de son navire.

Il est aisé de comprendre maintenant que le téléphone exigera, comme tout télégraphe, deux appareils distincts : l'un, chargé de recevoir la parole sous l'action des vibrations de la voix, de l'emmagasiner, si je puis m'exprimer ainsi, sous sa forme mécanique, et de la transmettre à telle distance que l'on voudra; le second chargé de la reproduire et de la rendre sensible à l'oreille. Le premier sera appelé le *transmetteur*, l'autre le *récepteur*.

Le transmetteur le plus simple, celui qui se présentait le premier à l'esprit, était évidemment le phonautographe de Scott, légèrement modifié. On sait avec quelle fidélité la petite membrane, tendue au fond de sa cavité ellipsoïdale, s'assimile les vibrations les plus compliquées et en marque le dessin sur le tambour enregistreur; ce dessin, même transmis à distance, n'eut évidemment pas constitué le téléphone; comme les télégraphes à signes conventionnels, il eût fourni un symbole de la parole et non pas la parole elle-même

En fait, ce fut à une modification du phonautographe que recoururent d'abord M. Ries et M. Graham Bell lui-même.

Le transmetteur de Ries, imaginé en 1863, était une simple boîte cubique, dont deux faces étaient percées d'un large orifice. Dans l'une s'engageait comme un pavillon de cor de chasse, devant lequel on parlait ou on chantait, l'autre était fermée par une membrane mince et tendue; elle vibrait à l'unisson de la voix. Pour communiquer ses vibra-

tions, on recourut à un courant électrique alternativement fermé et interrompu. A cet effet, au centre de la membrane était fixé un disque métallique, en rapport avec le pôle positif (ou négatif) d'une pile; au-dessus du disque, et à une très faible distance de lui, était établie à demeure une pointe de platine, en rapport avec le pôle négatif (ou positif) de la même pile; le circuit s'étendait de la station de départ à la station d'arrivée et, à celle-ci, on y intercalait le récepteur. Chaque vibration complète de la membrane fermait et ouvrait le circuit, et par suite lançait le courant dans toute la ligne. Voici donc la parole transmise, mais comment la recevoir?

Ries imagina le récepteur que voici. On savait depuis longtemps qu'une tige d'acier, une aiguille à tricoter par exemple, entourée d'une bobine de fil métallique isolé, s'allonge quand un courant traverse la bobine, et se raccourcit quand il cesse de la traverser. Un courant, interrompu à des intervalles de temps suffisamment rapprochés, détermine ainsi dans la tige des vibrations longitudinales qui, à un moment donné, doivent se traduire en son, et devenir perceptibles à l'oreille Cette aiguille, entourée des spires de la bobine, devint le récepteur de Ries, et l'on voit comment les vibrations de la parole humaine, servant elles-mêmes d'interrupteur, devaient se reproduire en vibrations concordantes dans les allongements et les raccourcissements de l'aiguille. Quand on en vint à l'expérience, il se trouva que le récepteur de Ries, reproduisait la hauteur de son émis, mais n'en rendait ni la hauteur ni le timbre.

Qu'il n'en rendit pas l'intensité, cela s'explique; l'intensité du son ne se traduisait sur la membrane du transmetteur, que par une amplitude plus forte dans la vibration, et, que celle-ci fut faible ou forte, elle ne faisait autre chose qu'envoyer dans la ligne un courant toujours constant.

Mais pourquoi n'en reproduisait-il pas le timbre? Le timbre n'étant lui-même qu'une superposition des vibrations élémentaires? J'avoue n'en pas saisir le motif (1). Le fait est qu'il ne le rendait point et que dès lors, comme nous l'avons vu, il était absolument inapte à donner les voyelles, et sans voyelles pas de paroles. Le téléphone Ries chantait, ou pour être plus exact, il vocalisait, mais il ne parlait pas.

D'ailleurs le son qu'il émettait était d'une faiblesse extrême, et pour l'entendre aisément, on devait enfermer la bobine dans une caisse de résonnance.

Quoi qu'il en soit, ce fut le point de départ. M. Elisha Gray, de Chicago, M. Paul Lacour, de Copenhague, perfectionnèrent le téléphone de Ries; leurs appareils, sur lesquels nous ne nous étendrons pas, dérivent du système Ries et sont fort compliqués.

(1) M. Niaudet dans un excellent article du *Journal de physique* de Ch. d'Almeida, donne comme moi, le motif pour lequel le téléphone de Ries ne rendait pas l'intensité des sons. Puis il ajoute : « A plus forte raison cet appareil ne peut-il rendre le timbre. » C'est précisément cette « raison plus forte » qui m'échappe.

Passons à M. Graham Bell, qui a résolu complétement le problème.

M. Bell supprime la pile chargée de fournir le courant électrique, et la remplace par un aimant inducteur, qui fournira un courant magnéto-électrique. Supprimer la pile, c'est incontestablement simplifier l'appareil; mais, ce qui est remarquable, c'est que précisément cette simplification résout le problème; elle remplace le courant constant de la pile, par le courant essentiellement variable de l'inducteur magnéto-électrique. Entrons dans les détails et décrivons la première forme du téléphone de Bell.

Le transmetteur était composé d'un aimant cylindrique, ou d'un aimant Jamin à lames fines superposées, recourbé en fer à cheval; les deux pôles de cet aimant étaient entourés d'une bobine de fil fin, dont les extrémités se rattachaient aux fils de ligne, et par ceux-ci au récepteur.

Devant les pôles de l'aimant, à quelque distance, était établie une membrane vibrante sur laquelle on avait fixé une lame de fer doux. La membrane recevait les vibrations de la voix et en reproduisait toutes les qualités essentielles : nombre, vitesse, amplitude, etc... Chaque vibration complète de la membrane rapprochait d'abord et écartait ensuite la lame de fer doux des pôles de l'aimant. Ce dernier point est important. Arrêtons-nous y. Nous venons d'employer le mot de pôle au sens vulgaire et large; mais on sait qu'il reçoit des physiciens une définition très précise. Le pôle ainsi défini, n'occupe sur le barreau une position invariable, que dans le seul cas où l'objet, sur lequel s'exerce l'action magnétique, en est considérablement éloigné. Dans le cas, beaucoup plus fréquent, où l'objet soumis à l'action magnétique est rapproché du barreau, la position du pôle varie avec la distance qui l'en sépare. Que l'on réfléchisse maintenant, et l'on verra que les vibrations de la membrane du transmetteur, approchant et écartant alternativement la lame de fer doux du barreau aimanté, ont pour effet immédiat d'approcher et d'écarter alternativement les pôles de l'aimant devant lequel elle oscille : ces variations du pôle seront d'autant plus marquées, d'autant plus étendues, que les vibrations de la membrane seront plus amples et l'écarteront davantage, en un sens et dans l'autre, de sa position d'équilibre. Poursuivons. C'est un principe élémentaire d'électro-magnétisme que tout aimant qui approche d'un circuit fermé — la bobine qui entoure les bras de l'aimant dans le téléphone n'est pas autre chose — que tout aimant qui approche d'un circuit fermé y développe un courant électrique, et que tout aimant, qui s'éloigne d'un circuit fermé, y développe de même un courant mais de sens inverse au premier. Ces courants sont d'autant plus intenses que l'aimant s'approche ou s'éloigne davantage.

Mais qu'est-ce qu'un aimant dont les pôles s'éloignent ou s'approchent alternativement des extrémités du barreau, si ce n'est un aimant qui lui-même s'approche ou s'éloigne?

Les vibrations de la membrane du transmetteur de M. Bell détermineront donc, dans les bobines qui entourent l'aimant, des courants de sens contraires, dont l'intensité sera en rapport avec leur amplitude, et dont le nombre sera rigoureusement celui de ces vibrations elles-mêmes. Le

timbre de la voix humaine sera donc émis en même temps que sa hauteur, et les voyelles, n'étant qu'un timbre de la voix, y seront transmises avec leur cachet propre et distinctif.

Le récepteur maintenant. Le récepteur sous sa première forme était un électro-aimant tubulaire du genre de ceux que M. Nicklès avait imaginés en 1852, et que l'on a plusieurs fois reproduits depuis lors, sous d'autres noms. C'était une barre aimantée verticale, entourée de fil métallique isolé, et renfermée tout entière dans un tube de fer doux, qui condense le champ magnétique et augmente, dans cette aire, la force d'attraction. A la partie supérieure de ce tube, en regard de l'aimant, une armature en tôle mince est fixée par un point de son contour, de manière à pouvoir vibrer par tout le reste de sa surface, à peu près comme les anches battantes vibrent entre les parois du cadre qui les entoure.

On comprend aisément le jeu de ce récepteur. Les courants alternatifs, lancés par le transmetteur, augmentent et diminuent alternativement l'attraction du barreau aimanté : ce sont en effet des courants tantôt directs tantôt inverses ; la bobine agit donc tantôt comme un aimant qui aurait les pôles de même nom opposés à ceux du barreau aimanté ; tantôt comme un aimant qui aurait les pôles de même nom en regard de ceux du barreau aimanté. Dans le premier cas la petite plaque de tôle mince est plus vivement attirée et décrit la première partie d'une oscillation complète; aussitôt après l'attraction devient moins vive, l'élasticité rejette la plaque en arrière et lui fait décrire la deuxième partie de sa vibration. Quelques moments d'attention feront voir que les vibrations du transmetteur et celles du récepteur seront nécessairement concordantes et que leurs amplitudes seront proportionnelles.

La voix et la parole seront donc intégralement reproduites à la station d'arrivée, et il ne restera plus qu'à lui prêter l'oreille.

L'expérience vérifia ce que la théorie avait fait prévoir. Le télégraphe parlant était découvert.

En juin 1876, les journaux américains annonçaient à l'Europe, dans un style très admiratif, la découverte et les expériences de M. Graham Bell. Je ne crois pas me tromper en disant que l'impression qu'on en ressentit, dans notre vieux monde, fut un sentiment de défiance prudente. On voulut avant de se prononcer entendre au moins la cause, et les descriptions que l'on donnait du téléphone étaient si vagues, qu'elles ne pouvaient servir à déterminer un jugement théorique sur la valeur de l'appareil.

En mars 1877, la nouvelle nous revient encore, mais cette fois avec un retentissement exceptionnel. Le bruit fut si grand qu'il éveilla la torpeur du public, si généralement indolent à l'endroit des découvertes scientifiques.

Le professeur Bell était parvenu à lancer la parole et la voix humaine à 143 milles de distance, de Boston à North Conway et l'on avait pu, à travers cet espace, entretenir avec lui une conversation suivie. Il avait, le 12 février, donné une conférence dans une salle publique de Salem et ses amis, réunis à Exeter place, à Boston, avaient pu suivre son discour et entendre les applaudissements qui l'accueillaient.

Il avait été, disait-on, jusqu'à intercaler entre les deux téléphones, transmetteur et récepteur, un circuit dont la résistance était mesurée par 40,000 ohms et par conséquent, était comparable à celle du câble transatlantique, et la parole avait passé nette et distincte. Des causes que l'on n'indique pas avec précision, mais que l'on affirme étrangères à l'appareil, avaient rendu cette dernière expérience assez peu satisfaisante. M. Bell se proposait de la reprendre sur le câble transatlantique lui-même.

En ce moment, M. Graham Bell entourait encore son appareil d'un voile de mystère. Il ne le montrait qu'enfermé dans une caisse parallélipipédique, d'où l'on voyait émerger un tube ouvert, destiné à recevoir la voix et à la passer à l'oreille. Toutefois on savait qu'une notable modification y avait été faite, et que le même appareil pouvait servir à la transmission et à la réception des dépêches. On a su depuis comment il était disposé.

Un aimant cylindrique droit était fixé, à quelque distance du fond de la caisse, dans une position horizontale; l'extrémité libre de l'aimant était entourée d'une bobine de fil fin; jusqu'ici rien ne diffère du transmetteur d'autrefois; mais au lieu de la membrane vibrante, il y avait maintenant un disque de tôle, fixé à la périphérie, et dont l'extrême mineur—moins d'un cinquième de millimètre — laissait à toute la plaque centrale la faculté de vibrer sous l'action de la voix ou des courants induits dans la bobine. L'appareil pouvait donc servir aux deux fonctions du téléphone, être à la fois l'organe de la transmission et celui de la réception.

Depuis lors, le téléphone de Bell a subi une nouvelle modification, mais toute secondaire. La caisse oblongue a disparu pour faire place à une espèce de cornet en bois, qui enferme étroitement tous les organes de l'appareil et en accuse la forme à l'extérieur. Au reste l'appareil est si répandu aujourd'hui qu'une description plus détaillée serait fastidieuse.

Étudions maintenant les résultats obtenus.

La parole est transmise tout entière, voyelles, consonnes, intonations, articulations, défauts même de prononciation et d'accent, tout passe ; le chant est perçu avec une netteté plus grande encore que la parole, probablement à cause d'une constance plus grande dans la hauteur des sons émis ; le son des instruments, les battements d'une cloche, le sifflement, le rire, les applaudissements sont rendus avec une fidélité extrême En un mot, tous les phénomènes que l'oreille perçoit, le téléphone les perçoit et les transmet. A ce point de vue le succès est entier, il ne laisse place à aucun désidératum (1). Est-il vrai que l'on puisse reconnaître la voix qui parle? Cela est incontestable: mais il faut s'entendre. Comme le

(1) Il arrive que certaines personnes n'entendent pas et surtout ne distinguent pas, à la première épreuve, les sons émis par le téléphone. Cela n'a rien d'étonnant; l'oreille se trouve devant l'inconnu; il faut qu'elle cherche le son, le reconnaisse et s'en fasse l'habitude. La plupart des étudiants en médecine, à la première fois qu'on leur met en main un stéthoscope n'entendent rien des battements du cœur.

dit parfaitement M. Niaudet : « La voix d'un ami se reconnaît de suite ; la voix d'une femme se distingue de celle d'un homme ; mais la voix n'arrive pas à l'oreille sans subir quelque variation ; elle a été touchée par la plaque vivante de tôle, et cet attouchement lui communique un caractère spécial (1). » Les sons transmis sont à la voix, ce que le portrait d'une personne est à la personne elle-même. On la reconnaît dans le portrait sans la confondre avec lui. Ce qui suppose deux choses, d'abord que la voix ait des caractères nettement distincts et personnels, ensuite qu'elle soit connue par ces caractères. Quand ces deux conditions sont remplies, l'illusion est impossible. Ce qui peut en faire douter à première vue, c'est que beaucoup de personnes, parlant au téléphone, font un effort inutile pour articuler plus vivement, et enlèvent ainsi à leur élocution son cachet habituel.

On a dit que la faiblesse des courants mis en jeu dans le téléphone était extrême. Ceci est encore parfaitement exact. J'ai tenté en vain de les rendre sensibles au galvanomètre. Il est vrai que les galvanomètres dont je pouvais user n'étaient pas, au point de la délicatesse, des chefs-d'œuvre; mais l'expérience a été tentée par d'autres, mieux outillés que moi. On a comparé ces courants minuscules au petit courant élémentaire qui fait osciller l'aiguille du récepteur Thomson, aux deux bouts du câble transatlantique. Ceci ferait douter de la longue portée du téléphone. Sur ce point nous avons quelques résultats précis : le téléphone a fonctionné avec succès entre Saint-Magaret, sur la côte anglaise, près de Douvres, et Sangatte, près de Calais; entre Plymouth et Jersey, distances assurément considérables. Nous semblons oublier d'ailleurs que la portée de nos éléments galvaniques n'est pas indéfinie et que, dans beaucoup de circonstances, nous avons dû recourir à des relais, placés d'étape en étape, sur le trajet que le courant devait fournir.

Or, un relais pour le téléphone me semble fort facile à imaginer. Voici ce que je propose. Figurons-nous deux postes de téléphonie, l'un expéditeur en A, l'autre récepteur en B. En B la plaque de tôle, que l'on a fort bien appelée le tympan, oscille et vibre sous l'action des courants qui ont pris naissance en A. Qui empêche de placer en regard de ce tympan, au lieu de l'oreille, un second aimant, entouré d'un circuit qui irait rejoindre un troisième téléphone en C. Les oscillations de la membrane ou du tympan, produites par les courants émanés de A, feraient naître, dans la bobine additionnelle, de nouveaux courants qui se répandraient jusqu'en C et ainsi de suite. En résumé, le relais dont je parle serait constitué par deux aimants entre lesquels oscillerait une seule membrane ; les vibrations de celle-ci seraient à la fois, l'effet des courants circulant de A en B, et la cause des courants circulant de B en C.

M. Trouvé a décrit récemment dans les Comptes rendus de l'Académie un dispositif destiné à donner plus de force au courant traversant les fils de ligne. Son système revient à disposer quatre téléphones, ou plus

(1) *Journal de physique* de Ch. d'Almeida. Décembre 1877.

encore, de manière à ce qu'ils soient simultanément affectés par la voix ; les courants qui naissent dans chacun d'eux aboutissent au même fil de ligne, et leurs intensités associées permettent de pousser plus loin la portée de l'appareil. Mais ce que l'on gagne en énergie dans ce système, on le perd en simplicité, l'instrument se complique et se surcharge (1).

On entend faire au téléphone un autre reproche : il manque de signal d'appel et n'avertit pas au poste récepteur de l'arrivée imminente d'une dépêche. Cela est vrai, mais aucun télégraphe n'a par lui-même un signal d'appel et, s'ils avertissent, c'est grâce à une sonnerie qu'on leur a ajoutée. Il est vrai que le courant qui les actionne sert aussi à actionner la sonnerie, et qu'il suffit du jeu d'un commutateur fort simple pour le faire passer d'un service à l'autre. Rien de pareil ne sera possible avec le téléphone ; les courants y sont beaucoup trop faibles ; il faudra donc recourir à une pile spéciale desservant la sonnerie. Mais rien n'empêche que le fil de ligne destiné au téléphone, ne transmette aussi le courant de la sonnerie ; ici encore un jeu de commutateur le ferait passer d'un usage à l'autre.

Voici du reste un système d'avertissements qui me parait fort simple. Au moment de repos, le téléphone est engagé dans un pied où un contact de cuivre met sa lame vibrante, par un point de sa périphérie, en rapport avec le pôle d'une pile. En regard du centre de la lame est fixée une pointe de platine, en rapport avec l'autre pôle de la pile, et dans le circuit est intercallée une sonnerie sans interrupteur. Une vis à filets très minces permet d'approcher la pointe de platine très près de la lame de tôle, sans toutefois qu'il y ait contact entre elles. Le circuit reste interrompu ; mais aux premières paroles prononcées à la station de départ, les vibrations transmises à la lame fermeront alternativement et ouvriront le circuit ; la lame vibrante servira d'interrupteur à la sonnerie et y lancera les courants de la pile, jusqu'à ce que le téléphoniste averti enlève l'appareil à son pied et le porte à l'oreille.

On voit que c'est un retour momentané au transmetteur de Ries que je propose.

Faut-il parler ici d'un pli cacheté, déposé entre les mains de l'Institut de France, ouvert récemment à la demande de son auteur, et sur lequel nos journaux quotidiens ont bâti je ne sais quelle résurrection de la voix et du langage des ombres ! Voici en résumé le contenu du pli de M. Ch. Cros. Une pointe de platine, solidaire du centre de figure d'une membrane vibrante, inscrit sur un cylindre noirci, les vibrations qu'exécute la membrane sous l'action de la voix. — Jusqu'ici nous ne dépassons pas le phonautographe de Scott — Ces dessins sont reproduits par un procédé d'héliogravure quelconque, en creux ou en relief sur une surface résistante, l'acier trempé par exemple. Cette surface est conservée. Le vivant y a laissé la trace de sa parole, de son timbre, et de son accent. Vingt ans, cent ans, mille ans après sa mort il prend fantaisie à un télé-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 1024.

phoniste d'entendre la voix du défunt. Quoi de plus simple? Une pointe — si le dessin a été tracé en creux, — un doigt à encoche — si le dessin a été tracé en relief — est attaché au centre de la plaque vibrante du téléphone; en forçant la pointe ou le doigt à suivre le tracé décrit par l'héliogravure, on forcera la membrane à vibrer comme elle vibrait il y a vingt, cent, mille ans, quand le défunt a parlé devant elle. Mettez l'oreille au récepteur; l'ombre vous parlera. Hâtons-nous d'ajouter que cette application fantaisiste ne se laisse pas même pressentir dans la note de M. Cros, et qu'il se borne à donner, en général, un procédé d'enregistrement et de reproduction des phénomènes perçus par l'ouïe (1).

Terminons ici cet article déjà long sur le téléphone. En ce moment même, l'appareil a pris pied non-seulement dans les laboratoires, mais dans les administrations télégraphiques. L'Allemagne s'est mise à la tête du mouvement et le nombre des stations déjà fournies de téléphones y est considérable. Je ne pense pas toutefois que nos vieux télégraphes aient beaucoup à souffrir de la concurrence que le nouveau-né va leur faire. Ces deux appareils ont trop de mérites, et des mérites trop distincts, pour que l'un puisse abolir l'autre. Ce ne sont pas des rivaux, ce sont des auxiliaires destinés à s'entendre.

Nous avons beaucoup parlé du téléphone, très peu de son inventeur. Les journaux américains sont avares de détails sur M. Graham Bell. Le « *Scientific American* » nous apprend que le professeur Bell est né en Écosse, à Édimbourg. Il y a environ six ans qu'il s'est établi en Amérique. Comme son père, il s'était consacré d'abord à l'enseignement des sourds-muets. On raconte qu'il y a quelques années, songeant déjà au téléphone, il aurait dit à des amis incrédules : « J'ai fait parler des sourds-muets : je ferai parler le fer. »

La postérité, plus juste que nous, s'enquerra des détails de sa vie, pour les rattacher à sa merveilleuse découverte et à son nom désormais illustre.

VICTOR VAN TRICHT, S. J.

THÉRAPEUTIQUE.

La thérapeutique jugée par les chiffres. — Tel est le titre d'un travail original et instructif, publié au commencement de cette année par deux professeurs de la faculté de médecine de Paris, MM. Lasègue, professeur de clinique médicale, et Regnauld, professeur de pharmacologie et directeur de la pharmacie centrale (2).

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 1082. 3 déc. 1877.

(2) *Archives générales de médecine*. Livraisons de janvier et février 1877.

La statistique médicale est une arme dangereuse et difficile à manier; aucune étude ne peut conduire à des erreurs plus déplorables, si elle n'est pas appliquée sous certaines conditions, dont les principales sont de n'agir que sur de grands nombres et sur des valeurs comparables; et, dans les calculs auxquels on se livre, de tenir compte des erreurs possibles. Le travail que nous analysons a principalement pour objet de poser les premiers jalons d'une histoire de la thérapeutique actuelle, et d'étudier ses principales variations depuis quelques années. Dans ce but les auteurs ont cru pouvoir admettre que les oscillations subies par l'usage des remèdes répartis entre les divers établissements hospitaliers de Paris d'après les ordonnances médicales, représentaient assez exactement les variations de la thérapeutique elle-même.

Ils ont donc puisé les chiffres statistiques dans les registres de la pharmacie centrale, où il est tenu un compte exact des médicaments entrés et sortis. Malheureusement on ne possède ces registres que depuis l'année 1855; la statistique n'a pu porter que sur une période de 20 ans. Cependant pour les sangsues, qui ont joué un si grand rôle dans la pratique médicale de ce siècle, ils ont pu remonter jusqu'en 1820.

Nous allons extraire de ce travail quelques-uns des chiffres les plus intéressants de la statistique, ceux qui sont de nature à nous faire mieux comprendre les évolutions de la thérapeutique moderne. On a placé en tête les anesthésiques, ces agents si précieux dont la découverte est toute récente et dont on fait un si large usage de nos jours. La consommation du chloroforme (1) qui, en 1855, était de 141 kilogr., s'élève en 1875, à 308 kilogr.

Le chloral (2) introduit dans les hôpitaux de Paris en 1869, et dont la consommation n'était cette année que de 5 kilogr., s'est élevé en 1875 à 360 kilogr.

Le bromure de potassium (3) suit une progression intéressante, parce qu'elle montre les premières indécisions pendant une dizaine d'années, puis une marche rapide. Ainsi on a consommé en 1855, 3^k, 200; en 1856, 7,100; en 1857, 4,820; de 1858 à 1861 de 2000 à 2,995; en 1862, 5,782; en 1863, 7,661; en 1864, 22,300; en 1865, 73,530, et de 1866 à 1875 de 133,300 à 730,910.

L'opium a conservé à peu près sans variations son rang élévé dans la consommation, de 150 à 200 grammes. Mais il faut dire que ce chiffre aurait sans doute progressé davantage sans la découverte si précieuse et si importante des alcaloïdes que la chimie est parvenue à extraire de l'opium (4). La morphine s'est élevée de 272 grammes en 1855 à 10^k, 330

(1) Le chloroforme fut introduit simultanément en 1847 en France par Flourens et en Angleterre par Simpson et Bell.

(2) Le chloral, découvert par Liebig en 1832, fut employé pour la première fois par Liebreich en 1869.

(3) Le brome fut introduit dans la thérapeutique en 1811 par Balard.

(4) La morphine a été découverte en 1804 par Sertürner.

en 1875; la codéïne qui paraît pour la première fois en 1868 s'élève de 15 grammes à 704 en 1875; la narcéine oscille de 1868 à 1875 entre les chiffres très faibles de 0,50 à 0,05.

L'aconit, très usité dans quelques pays, ne figure que pour des chiffres minimes à Paris. La consommation est même nulle dans certaines années.

La belladone semble avoir baissé un peu dans ces dernières années; mais ici encore il y a lieu de faire la même remarque que pour l'opium; car le sulfate d'atropine, qui représente les propriétés de la belladone, s'est élevé de manière à maintenir au moins, sinon à augmenter la progression.

La digitale n'a subi que des variations peu importantes. Mais la digitaline compense, par une augmentation rapide depuis 1865, la diminution légère de la digitale pendant ces dix dernières années.

Les variations que présentent les antispasmodiques les plus usités peuvent être considérées comme peu significatives : ainsi la valériane oscille entre 150 et 400 kilogr.; le camphre entre 350 et 900; le musc entre 8,39 et 2,610 grammes; l'assa fœtida entre 3,065 et 7,470 grammes.

Si nous passons aux moyens qui sont dirigés contre les lésions diverses du système nerveux, nous nous trouvons en présence de ce fait, souvent constaté dans l'histoire de la médecine, d'un progrès considérable en pathologie sans progrès thérapeutique correspondant. On pourrait même dire qu'à mesure que les lésions nerveuses ont été mieux connues, l'usage des médicaments employés pour en combattre les effets excitants de la sensibilité et de la motilité a été en diminuant.

De 1855 à 1875, la noix vomique varie entre 250 grammes et 27,250; la fève de Saint-Ignace manque complétement pendant 7 ans et oscille pour les autres années entre 200 grammes et 4 kilogr. La strychnine présente des variations notables, mais sans augmentation ni diminution globales. La brucine indiquée de 1855 à 1869, disparaît ensuite presque complétement.

Il ne faut pas conclure de ces chiffres à une décadence de la thérapeutique des affections nerveuses. Car il est des ressources très puissantes, dont la découverte appartient à notre époque, et dont il est impossible d'indiquer les progrès par les chiffres, je veux parler de l'électricité et de l'hydrothérapie.

Les alcooliques, qui sont administrés soit comme médicaments dans certaines maladies fébriles, soit comme réconfortants, soit même comme condiment alimentaire, ont acquis dans cette période une importance tout à fait extraordinaire. Ainsi l'alcool s'élève de 1270 litres en 1855, à 7836 en 1860, à 19981 en 1865, à 40499 en 1870, chiffre qu'il conserve jusqu'en 1875. L'eau-de-vie, qui ne figure pas de 1855 à 1861, commence par 4 litres en 1862, pour s'élever de 133 en 1863 jusqu'à 975 en 1866, 1504 en 1867 et graduellement de 2826 en 1868 jusqu'à 4108 en 1875. Le rhum progresse de 35 litres en 1862, à 2458 en 1865, à 3775 en 1870 et à 5682 en 1875. La même progression s'observe pour le vin rouge, le vin blanc, le vin de Bagnols et le vin de Bordeaux.

Cette augmentation rapide et considérable dans la consommation des alcooliques correspond à une diminution aussi rapide et aussi considérable dans la consommation des sangsues. Ici nous remontons plus haut. De 1820 à 1823 le chiffre des sangsues se maintient à une moyenne de 180,000 environ; en 1824, il monte à 457,000; il progresse jusqu'à 1,030,000 en 1834, et à 1,280,000 en 1836; c'est le chiffre le plus élevé. En 1838 et 1839; il descend à 937,000 et 909,000; ensuite il baisse graduellement à 888,000; 688,000; 571,000; 505,000; 400,000; 300,000 et ainsi jusqu'en 1855, où il reste à la moyenne des années 1820 à 1823; à partir de 1856, il descend encore pour n'être plus pendant les douze dernières années que d'une moyenne de 50,000 environ, c'est-à-dire de près des deux tiers inférieur à ce qu'il était avant 1824. époque de son premier mouvement ascensionnel.

Cette diminution progressive des sangsues, comparée à la progression des alcooliques, traduit d'une manière frappante la transformation considérable qui s'est opérée, dans le premier tiers de ce siècle, dans le traitement des maladies fébriles graves, auxquels ces deux ordres de moyens si différents ont été principalement appliqués. Mais les émissions sanguines n'étaient pas seulement employées comme antiphlogistiques; ainsi la saignée était le premier moyen employé au début de toute médication un peu importante. Aujourd'hui les purgatifs ont remplacé les évacuations sanguines et la plupart des traitements débutent par des évacuants. De là l'accroissement considérable de leur usage. Mais cet accroissement est antérieur à la période étudiée par MM. Lasègue et Regnauld.

Les préparations d'iode ont vu leur consommation s'accroître rapidement, au point d'être plus que doublée en 20 ans. L'iode libre qui figurait pour 48 kilogrammes de 1855 à 1860, s'élève à 79 de 1860 à 1865, à 109 de 1865 à 1870, et à 146 de 1870 à 1875.

L'iodure de potassium montre la même progression de 248 kilogrammes à 299, 385 et 558.

Le chlorate de potasse, longtemps délaissé, s'est rapidement élevé depuis 1855, date de sa réintégration dans la thérapeutique. De 38 kilogr. en 1855; il s'est élevé à 184 kilogr. en 1860, à 245 kilogr. en 1865, à 354 kilogr. en 1870 et à 419 en 1875.

L'huile de foie de morue, dont la consommation était de 9,576 kilogr. en 1855, s'est élevée à 11,416 kilogr. en 1860, 14,733 en 1865, 16,995 en 1870 et 18,571 en 1875

La liqueur de Fowler, qui représente le débit des arsénicaux pour l'usage thérapeutique, a augmenté graduellement de 1 kilogr. en 1855 jusqu'à 15 kilogr. en 1872 et 13 kilogr. en 1875. Cette dernière diminution s'explique, sans doute, par l'introduction en médecine des granules d'acide arsénieux et d'arséniate de soude, qui ont commencé à paraître en 1867 et dont le débit s'accroît de jour en jour.

La pepsine dont l'introduction en thérapeutique ne date que de l'année 1860, où sa consommation a été de 200 grammes, s'y est accréditée au point qu'aujourd'hui elle est plus que centuplée. Elle a oscillé entre 28 et 44 kilogrammes dans ces 3 dernières années.

Nous passons sur beaucoup d'autres agents moins importants, pour abréger cette analyse. Voici quelques conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs de cet intéressant travail.

« Si la médecine, disent-ils, a des prédilections thérapeutiques, elle » n'abandonne pas aisément ses vieux remèdes, garantis par la tradition, pour des nouveautés d'aventure.

» Les médicaments nouveaux restent soumis pendant dix ans à la pé- » riode d'essai; mais, quand ils ont subi cette longue épreuve à leur » avantage, ils ont pris leur véritable rang et demeurent généralement » dans la pratique.

» Les découvertes pathologiques n'exercent qu'une douteuse influence » sur le mouvement de la thérapeutique; c'est aux théories générales, » aux doctrines compréhensives, au courant de l'opinion, qui n'est que la » généralisation poussée à l'extrême, qu'elle emprunte ses inspirations.

» Enfin, une fois engagée dans une direction, la thérapeutique ne la » quitte que graduellement et comme à regret; il lui faut des années sur » des années pour retrouver un nouvel équilibre. »

De la métallothérapie. — La métallothérapie est une méthode de traitement, déjà assez ancienne, qui a plusieurs fois été mise à l'étude et qui, après être tombée dans l'oubli, vient d'être remise au jour par son auteur, M. Burq, dont on ne saurait trop louer le courage et la persévérance. Il y a environ vingt-huit ans que le Dr Burq, se livrant à des recherches sur les phénomènes de l'anesthésie et de l'amyosthénie, si communs dans les affections nerveuses, avait découvert que les applications de métaux sur la peau des sujets affectés de troubles de la sensibilité générale ou spéciale, ramenaient cette sensibilité à l'état normal. Divers métaux produisaient ce résultat : or, fer, cuivre, zinc, mais il y avait des aptitudes individuelles pour un métal en particulier, c'est-à-dire que tous les malades n'étaient pas influencés par le même métal : chez les uns l'or agissait, chez les autres le cuivre, etc. M. Burq en avait conclu qu'il fallait traiter les malades par l'usage interne du métal qui avait rétabli la sensibilité, d'où le nom de *Métalloscopie* donné par ce médecin à sa méthode, indiquant le genre d'exploration auquel on devait se livrer avant de commencer le traitement. C'est-à-dire que si un malade était influencé par les applications d'or, il fallait lui donner de l'or; s'il était influencé par le fer, c'est que ce métal lui convenait. M. Burq formula en 1852 sa méthode et les indications d'application, dans un mémoire lu à l'Académie de Médecine le 1er juin 1852 et imprimé peu après dans la *Gazette médicale*, sous ce titre : *Note sur une application nouvelle des métaux à l'étude et au traitement de la chlorose.*

La métallothérapie ne fut pas, on le conçoit sans peine, prise au sérieux, et elle serait oubliée probablement depuis longtemps sans les efforts persévérants de son inventeur. En effet on ne parla plus guère de ce procédé depuis 1852 jusqu'en 1868 et 1869, époque à laquelle M. Burq reprit quelques essais nouveaux dans les hôpitaux, particulièrement à l'hôpital Lariboisière, dans les services de MM. Verneuil et Hérard, qui

voulurent bien s'y prêter. Quatre observations furent recueillies dans ces deux services avec les plus minutieux détails (1); toutes les quatre furent favorables à la nouvelle méthode de traitement. En outre le Dr Dumont-Pallier, qui avait suivi les expériences de M. Burq, d'abord dans son propre service, puis dans ceux de ses collègues de Lariboisière, obtint les meilleurs résultats de l'application de cette méthode chez trois malades rebelles jusque-là à tout traitement. Après ces essais, une nouvelle interruption survint dans l'étude de la métallothérapie, mais elle a fait cette année sa rentrée à la Salpêtrière. M. Charcot, ayant autorisé M. Burq à faire de nouvelles expériences sur les malades hystériques de son service, a pu se convaincre lui-même de la réalité du fait dont M. Burq poursuit depuis si longtemps et avec une si grande persévérance la démonstration. Ces expériences furent communiquées par M. Charrot lui-même à la *Société de biologie* (2) et une demande fut adressée à cette Société par M. Burq de contrôler ses propres expériences. Cette demande fut l'occasion de nombreux travaux ou essais qui furent successivement communiqués à la *Société de Biologie* (3). Et une commission, composée de MM. Charcot, Luys et Dumont-Pallier, fut nommée pour vérifier les faits avancés par M. Burq. Le rapport fut rédigé par M. Dumont-Pallier qui en donna lecture le 14 avril 1877.

Disons en quelques mots en quoi consiste ce nouveau procédé thérapeutique, les interprétations auxquelles il a donné lieu et les conséquences pratiques qu'on a cru pouvoir en tirer. On sait que chez les hystériques il y a souvent un côté du corps frappé d'anesthésie (insensibilité), non pas transitoire, mais permanente. Or M. Burq a trouvé qu'à l'aide de quelques pièces d'or, par exemple, réunies par des rubans, et placées sur une partie quelconque des surfaces cutanées *complètement privées de sensibilité*, on peut, au bout d'un quart d'heure ou de vingt minutes, ramener la sensibilité dans une zone s'étendant à 5, 6, 8 ou 10 centimètres au-dessus et au-dessous du point où sont appliquées les pièces d'or. Cette sensibilité persiste pendant toute une journée. Chez d'autres hystériques, l'on ne réussit pas; c'est le cuivre qu'il faut employer; chez d'autres c'est le zinc. Mais c'est l'or qui agit le plus souvent. Voici un fait remarquable et qui frappa vivement ceux qui en furent témoins. C'était à l'époque où M. Burq faisait ses expériences à la Salpêtrière. Un jour, voulant dans son service montrer aux personnes qui le suivaient combien l'anesthésie était évidente chez certaines hystériques, M. Charcot traversa, avec une longue aiguille, le bras de l'une d'elles qu'il savait atteinte d'une hémianesthésie complète. La malade poussa un cri terrible. Renseignements pris, on apprit que M. Burq était venu le matin même.

Le retour de la sensibilité n'est pas le seul phénomène qu'on observe;

(1) Ces faits ont été publiés dans la *Gazette des hôpitaux*, année 1869, pages 237 et 249.

(2) Séance du 13 janvier 1877.

(3) *Société de biologie*. Séances du 3 février, 17 février, 14 avril, 26 octobre, etc.

la température s'élève dans les régions qui ont été en contact avec le métal, et la force dynamométrique augmente. Le retour de la sensibilité ne se fait pas brusquement; les malades ont d'abord une sensibilité plus ou moins modifiée qui leur fait dire par exemple qu'un morceau de glace les brûle; ce n'est qu'après quelques instants que la sensibilité revient complète et normale.

Les mêmes métaux placés sur les régions frontales, mastoïdiennes, ou sur la langue, rendent à la vision, à l'audition et au goût affaiblis par une maladie nerveuse leur acuité normale.

Les expériences de la commission nommée par la *Société de biologie* dévoilèrent des données nouvelles et non moins curieuses que les observations précédentes. En recherchant les effets des applications métalliques chez des femmes atteintes d'hémianesthésie, on s'aperçut qu'en rétablissant la sensibilité, générale ou spéciale, du côté paralysé, on la faisait disparaitre du côté sain et cela d'une façon symétrique. La paralysie siégeant à droite, par exemple, si l'œil droit subit les effets favorables des applications métalliques, l'œil gauche perdra en acuité visuelle ce que son congénère aura gagné; mêmes remarques pour la sensibilité cutanée, musculaire, gustative ou autre; en la ramenant à son niveau normal du côté malade, on la fait perdre du côté sain; en rétablissant la sensibilité de la peau sur l'avant-bras, à droite, on la détruit à gauche dans l'étendue correspondante. Comme le dit le rapporteur, « il y a transfert de la sensibilité du côté sain au côté malade, et cela d'une façon » symétrique et plus ou moins étendue, suivant la volonté de l'expérimentateur. »

La commission observa encore un fait des plus étranges, c'est que les applications métalliques rétablissent même la sensibilité dans les hémianesthésies de cause organique, c'est-à-dire dépendant d'une lésion cérébrale : les malades voient reparaitre au bout de peu de temps leur sensibilité générale et spéciale.

Tels sont les faits observés par M. Burq. Quelle en est l'explication? On sait que la faradisation des parties anesthésiées peut, quand elle est puissante, donner les mêmes effets que ceux dont nous venons de parler. Il était donc naturel de se demander si les armatures métalliques n'agissaient pas en développant de l'électricité. Or voici les expériences intéressantes instituées par M. Regnard pour élucider ce point. Cet expérimentateur s'est assuré d'abord qu'il y avait réellement production d'électricité : à l'aide d'un galvanomètre de 30,000 tours, il nota une déviation de 5 à 10 degrés par la simple application d'une pièce d'or. Avec le cuivre, la déviation de l'aiguille était beaucoup plus considérable, car ce métal s'attaque facilement au contact de la peau, à ce point qu'on recueille de l'oxyde sur les parties qu'il a touchées. Ce premier point établi, M. Regnard a recherché si une petite pile sèche de Trouvé, développant la même quantité d'électricité qu'une plaque d'or ou de cuivre, ferait disparaitre l'anesthésie cutanée. Avec cette pile, il obtint des résultats décisifs; et, chose bien remarquable, en faisant passer le courant de cet appareil, donnant une déviation de cinq degrés, du front aux orteils, chez

une femme atteinte d'hémianesthésie, il vit la sensibilité reparaître dans toutes les régions insensibles et demeurer normale pendant deux jours et demi. On doit donc admettre que les armatures métalliques ramènent la sensibilité en raison d'une production d'électricité. Les métaux inaltérables au contact de la peau, comme l'or *pur* et le platine, qui ne dévient pas l'aiguille du galvanomètre, n'agissent pas sur l'anesthésie. Maintenant on peut se demander pourquoi cette différence d'action entre le cuivre et l'or par exemple. S'agit-il de doses différentes d'électricité, comme le croit M. Charcot? Mais remarquons que, chez certains sujets, le cuivre échoue et c'est l'or qui est actif. Dira-t-on alors que le cuivre a dégagé trop d'électricité? Or voici que M. Regnard a communiqué de nouvelles observations vraiment étranges sur les effets des courants électriques.

Chez une malade affectée d'hémianesthésie, on a noté ce qui suit avec des courants électriques déviant l'aiguille du galvanomètre des quantités indiquées dans le tableau suivant :

7°	Pas de retour de la sensibilité.
14°	—
20°	—
35°	La sensibilité reparaît.
40°	—
65° et 70°	Pas de retour de la sensibilité.
90°	Retour de la sensibilité.

Chez une autre malade, tandis qu'un courant de 20° ou 30° ramenait la sensibilité, un courant de 15° restait impuissant à produire cet effet.

Enfin, dans un troisième cas, à 2° pas d'action ; à 10° et à 15° retour de la sensibilité; à 45° et à 60° plus rien ; à 80° retour de la sensibilité.

Comment expliquer ce fait que, chez un même sujet, le courant de 10° ou celui de 90° est efficace, alors que les courants intermédiaires ne le sont pas?

Le grand intérêt de ces recherches est de montrer que la médecine pratique peut utiliser ces courants électriques faibles ou physiologiques, qui jusqu'ici étaient restés sans application parce qu'on ignorait leur puissance.

Une autre particularité très curieuse a été observée par M. Romain Vigouroux. Si sur ces plaques métalliques, dont l'action est si surprenante, on vient à placer un autre métal, on empêche absolument tout effet de se produire. Enlève-t-on le métal surajouté, aussitôt la sensibilité reparaît. Mais voici qui est plus étonnant encore. Que l'on remette en place au moment où la sensibilité est revenue le même métal qui tout à l'heure empêchait l'armature métalloscopique d'agir, il fixera, au moment même pour ainsi dire, l'effet obtenu, à ce point que la sensibilité qui d'ordinaire finit par disparaître au bout de peu de temps, cette sensibilité va persister aussi longtemps qu'on laissera en contact les deux métaux. La superposition des armatures hétérogènes a donc pour effet d'immobiliser pour ainsi dire le phénomène métalloscopique, de le maintenir

dans l'état où il se trouve au moment du contact. Bien plus, ce contact n'est même pas nécessaire : l'application à distance de deux métaux, dont l'un *agit* et l'autre est *inerte*, détermine ces phénomènes d'arrêt, alors même que la distance est grande entre les deux armatures.

Ces faits ont conduit M. Vigouroux à rejeter la théorie qui fait intervenir un effet électrique par action chimique ; car on ne comprendrait pas, dit-il, pourquoi cette action serait si facilement annulée. Il admet, en vertu de considérations physiques qu'il développe dans son travail, que les métaux agissent par leur état électrique propre : c'est pour lui un phénomène d'électricité statique que l'on reproduit avec un seul métal à la condition de lui communiquer une charge statique appropriée, par polarisation.

Quelles sont les applications pratiques qu'on a tirées de ces observations? M. Burq a eu l'idée d'essayer l'administration à l'intérieur de ces métaux aux personnes influencées par leur application externe. Et il est arrivé à fonder cette métallothérapie, qu'il étudie avec tant de persévérance. Or en parcourant les divers travaux publiés sur ce sujet, j'ai pu rassembler une douzaine de cas d'anesthésie, dans lesquels la métallothérapie s'est montrée plus ou moins efficace. Il me paraît utile d'en publier un, remarquable par les effets obtenus et par les garanties sérieuses de réalité qu'il présente.

Il s'agit d'une des malades sur lesquelles la commission de la Société de biologie a fait ses expériences. Voici le résultat obtenu et constaté dans une série d'épreuves faites à la Salpêtrière, sous la direction de M. Charcot, avec le concours de M. Dumont-Pallier et des internes de service, en présence de plusieurs assistants, au nombre desquels étaient MM. Bouley, un médecin anglais, le Dr Wilkinson, de Manchester, le correspondant français du *Medical Times*, et quelques autres confrères.

Cette malade est à la Salpêtrière depuis 11 ans, pour une affection hystérique qui a présenté les formes les plus variées et a résisté à tous les traitements. Il y a hémianesthésie complète du côté gauche. Les épreuves ont constaté la sensibilité or. Après 15 minutes d'application de bracelets d'or monnayé, les points d'application étaient devenus sensibles à la piqûre superficielle et profonde, le sang coulait des piqûres qui, auparavant, restaient exsangues. On la soumet donc à la médication par l'or. On donne deux centigrammes de chlorure d'oxyde d'or et de sodium. On commence le 11 juin 1877.

Dès le 17, la force musculaire a augmenté d'un quart.

Le 19, on constate la réapparition de la sensibilité sur l'avant-bras gauche.

Le 21, retour de l'appétit, qui avait fait presque complétement défaut jusque là, et qui est devenu vorace au point que la malade se lève la nuit pour manger.

Le 22, sensibilité normale partout.

Le 3 juillet, rétablissement des fonctions menstruelles après deux ans d'interruption. Plus d'attaques, plus d'hypéresthésie ovarienne. Retour de l'embonpoint.

Le 6, la malade avait gagné six kilogrammes en poids.

A la date du 29 septembre dernier la guérison persistait. La malade avait continué à engraisser. En outre la sensibilité est restée normale sur toutes les parties du corps. En un mot la transformation est complète.

Que faut-il espérer de cette nouvelle méthode de traitement? Se montrera-t-elle plus constante que toutes les autres dont l'art médical est en possession? C'est ce qu'on ne saurait dire. Déjà on signale des cas d'insuccès. Ainsi une jeune malade hystérique du service de M. Hardy s'est montrée réfractaire à tous les essais de la métalloscopie et de métallothérapie externe ou interne que l'on a tentés sur elle. Autre fait : M. Burq a couvert d'or les membres d'une femme affectée de contracture hystérique sans lui procurer la moindre amélioration, et cependant il croyait à la possibilité du succès.

Il serait aussi à désirer que ces démonstrations fussent faites chez d'autres malades que les hystériques. Quoi qu'il en soit, de tous ces travaux il résulte des données scientifiques nouvelles et curieuses, et peut-être pour la pratique un moyen nouveau à utiliser; pour tous les médecins, un vaste champ à explorer.

Pilocarpine et atropine — Vers la fin de l'année 1873, M. le Dr Coutinho de Pernambuco apportait à M. le prof. Gubler à Paris, des échantillons d'un médicament, depuis longtemps employé au Brésil, et jouissant de la propriété de provoquer une abondante sécrétion sudorale et salivaire, je veux parler des feuilles de jaborandi. M. Gubler l'expérimenta aussitôt à l'hôpital Beaujon, confirma les propriétés sialagogues et diaphorétiques de la nouvelle plante, et en fixa les caractères botaniques les plus importants et les principales indications thérapeutiques. Peu après, MM. Gubler et Coutinho publièrent les premiers résultats obtenus à l'aide de cet agent puissant (1). Leur article eut un très-grand retentissement; c'était la première fois que l'on voyait apparaître dans la matière médicale un sudorifique vraiment digne de ce nom; car Trousseau et Pidoux, Bouchardat et les autres thérapeutistes étaient d'accord pour reconnaître que c'est au calorique que les sudorifiques connus jusque-là empruntaient leur prétendue action; tandis que le jaborandi agit par lui-même, même à froid. Ce médicament se répandit bientôt en Angleterre et en Allemagne et provoqua de nombreuses expériences et plusieurs travaux intéressants. Cependant le jaborandi tomba peu à peu en défaveur et on finit par l'oublier presque complétement. Ce fait tenait surtout à ce que son action était moins constante qu'on ne le disait d'abord, et que l'effet diaphorétique s'accompagnait souvent de phénomènes accessoires désagréables ou même dangereux, tels que les vomissements, les syncopes et un affaiblissement sérieux des contractions du cœur.

Pour parer à cet inconvénient, on s'ingénia à isoler le principe actif du jaborandi, et après beaucoup de tâtonnements et d'essais on finit par

(1) *Journal de thérapeutique*. N° 5. p. 161.

découvrir la pilocarpine. Merck de Darmstadt présenta aux médecins le chlorhydrate de pilocarpine comme jouissant de toutes les propriétés du jaborandi. Ce nouvel alcaloïde offrait l'avantage d'être plus sûr dans son action, de pouvoir être employé à petite dose, d'être d'une administration facile et de ne pas produire d'effet concomitant fâcheux. De nombreux travaux furent publiés pour relater les essais faits avec la pilocarpine (1).

Si on injecte sous la peau le chlorhydrate de pilocarpine à la dose de 2 à 3 centigrammes, dissous dans 1 à 1,5 gramme de liquide, on obtient rapidement les mêmes effets que par l'ingestion d'une infusion de 4 à 5 grammes de feuilles de jaborandi. Peu après l'injection, il se produit une rougeur de la face, de la nuque et de la poitrine; puis on voit se déclarer une abondante sécrétion sudorale et salivaire. La sueur commence par le tronc, d'abord insensible, puis plus considérable, et finit par se manifester à l'état de grosses gouttes qui perlent sur le tronc et les membres. On a cherché à évaluer la quantité de sueur sécrétée, en examinant la perte de poids éprouvée par le sujet. Or le docteur Curschmann a trouvé que cette perte variait de 1 à 2,25 kilogrammes. Cette transpiration dure de 1 à 2 heures environ. La quantité de salive produite est de 100 à 600 centimètres cubes. Leyden a étudié à l'aide du sphygmographe l'action de la pilocarpine sur le cœur et les vaisseaux sanguins, et il a noté une dilatation assez notable des petites artères périphériques; il croit que le médicament n'exerce aucune influence directe sur les contractions cardiaques. L'action diaphorétique s'obtiendrait, semble-t-il, par l'intermédiaire des centres vaso-moteurs.

Le vomissement est rare après l'injection hypodermique de la pilocarpine, et on peut l'éviter moyennant certaines précautions faciles à observer. Il y a quelquefois un peu de collapsus, qui dépend de la dose administrée et de la susceptibilité du sujet.

Administrée sous la peau, la pilocarpine ne semble guère agir sur la pupille. Mais déposée sur la conjonctive, elle détermine au bout de 5 à 10 minutes un resserrement assez notable de l'iris, qui peut persister plusieurs heures, ou même jusqu'au jour suivant.

Les indications thérapeutiques sont celles de tous les sudorifiques en général. Il est vrai que la médication diaphorétique est bien délaissée de nos jours, peut-être à cause des difficultés et de l'inconstance des méthodes connues jusqu'à présent. Le jaborandi et la pilocarpine vont-ils

(1) Sur le Pilocarpus pinnatus (jaborandi). Extr. du *Bulletin de la soc. d'acclimatation*. Octobre 1876. Quelques recherches sur le chlorhydrate de pilocarpine de Merck. Extrait du *Bull. de la soc. médic. de la Suisse romane* de 1877, n° 283.

Weber. *Centralblatt f, d med. Wissenschaft* 1876. n° 44.

Bardenhewer. *Berliner Klinische Wochenschrift*. 1877. n° 1.

Scotti. *Berliner Klinische Wochenschr*. 1877, n° 11.

Curschmann. *Berliner Klinische Wochenschr*. 1877, n. 25.

Leyden. *Berliner Klinische Wochenschr*. 1877, n°s 27 et 28.

relever ce traitement du discrédit dans lequel il est tombé? C'est ce que l'avenir nous apprendra.

S'il peut être utile de faire transpirer certains malades, il est tout aussi essentiel de pouvoir couper les sueurs nocturnes et matutinales qui épuisent certains autres sujets. On a découvert ce remède; il est dans son genre tout aussi puissant que le jaborandi et la pilocarpine; c'est le sulfate d'atropine.

Depuis 1873 déjà, M. le professeur Vulpian de Paris a eu recours à ce médicament sur les indications de plusieurs médecins étrangers, M. Wilson en Amérique, M. Sydney Ringer en Angleterre, M. Frœntzel en Allemagne. « On sait, dit M Vulpian, l'inefficacité de tous les moyens em-
» ployés jusqu'ici pour combattre les sueurs pathologiques, en particulier
» celles des phthisiques. Or à l'aide du sulfate d'atropine on parvient sûre-
» ment à prévenir les sueurs nocturnes de ces malades, et c'est sur une
» centaine de cas que ce médicament m'a constamment réussi (1). »

Le sulfate d'atropine est même si puissant qu'il peut empêcher de transpirer un malade qui a pris antérieurement du jaborandi. L'antagonisme entre les deux médicaments est absolu. On a vu des sujets qui avaient absorbé du sulfate d'atropine, rester plus d'une heure dans un bain de vapeur ou un bain d'étuve sèche à 75°, sans que la moindre gouttelette de sueur eût fait son apparition sur la peau à peine en moiteur.

Les principales observations recueillies dans le service de M. Vulpian ont été analysées et discutées par M. Royet dans sa thèse inaugurale (2). L'atropine est, pour ces expérimentateurs, le remède des sueurs, comme le sulfate de quinine est le remède des fièvres intermittentes. On administre le sulfate d'atropine en pilules d'un demi-milligramme, en commençant seulement par une pilule, et en doublant la dose à 2 heures d'intervalle, si la transpiration persistait encore. Il est rare qu'on doive aller jusqu'à trois pilules.

Le nouveau médicament est tout indiqué dans le traitement de la phthisie pulmonaire. Dans cette grave affection, les sueurs fatiguent les malades et les épuisent. On pourra avec le sulfate d'atropine prolonger de nombreuses existences, et, dans d'autres cas, rendre à la santé des malades affaiblis par des sueurs trop abondantes.

C'est encore à l'avenir de décider si l'action de ce médicament est aussi constante que le disent MM. Vulpian et Royet.

Au point de vue théorique, la double action de la pilocarpine et de l'atropine est bien faite pour démontrer la puissance de certains médicaments. N'est-il pas vraiment étonnant de voir des doses aussi minimes, 2 à 3 centigrammes d'un côté, un demi milligramme de l'autre, produire des effets aussi considérables : provoquer des transpirations générales ou arrêter des sueurs pathologiques ou expérimentales. D'aucuns voudront peut-être trouver dans ces faits un argument en faveur de l'action

(1) Séance de l'Académie de médecine de Paris du 6 novembre 1877.

(2) *Thèse de Paris*, 1877, n° 371.

des doses infinitésimales des homœopathes; remarquons-le cependant, ceux-ci ne disent pas seulement que de petites doses peuvent produire de grands effets, mais que les effets seront d'autant plus considérables que la dose sera plus minime. Pour moi, je crois pouvoir tirer un certain enseignement de ces observations, c'est que les médecins n'ont en général pas assez de confiance dans les médicaments pris à petites doses. Je suis convaincu, et ma pratique de tous les jours confirme cette opinion, qu'un grand nombre de médicaments, et surtout de leurs principes actifs, jouissent de propriétés qui passent inaperçues parce que les doses sont trop considérables, et que la multiplicité d'effets cache souvent un effet unique, précieux et méconnu.

Dr MOELLER.

SCIENCES AGRICOLES.

La chimie biologique et l'agriculture. — Les découvertes de la chimie biologique présentent un intérêt toujours croissant pour l'agriculture, parce qu'elles résolvent à chaque instant quelque nouveau terme du problème de la production végétale et animale.

Nous avons déjà signalé à l'attention du lecteur les intéressantes recherches de l'École de Munich sur l'alimentation des animaux domestiques, qui permettent d'approprier rigoureusement la ration aux exigences variables de l'organisme.

Nous signalerons aujourd'hui les principaux résultats des recherches de chimie agricole proprement dite entreprises dans les stations et les laboratoires agricoles d'Angleterre, de France et de Belgique, par MM. Lawes, Gilbert, Correnwinder, Dehérain, Pagnoul, Leclercq, Durin, Ladureau et Petermann.

Les travaux de MM. Lawes et Gilbert ont exercé une très grande influence sur le développement de l'agriculture du Royaume-Uni. Frappé de l'importance des découvertes d'agronomie de Boussingault et de Liebig, M. Lawes, qui avait hérité d'un beau domaine et d'une belle fortune, s'associa, dit son biographe (1), un chimiste aussi savant que modeste, M. Gilbert, et fit de sa propriété de Rothamsted un vaste champ d'expérience. Depuis 1843 des expériences de toute nature, sur la physiologie animale et végétale, ont été poursuivies avec une persévérance toute britannique. De vastes laboratoires ont été créés, et M. Lawes en leur consacrant le reste de sa vie, a voulu assurer après sa mort la continuation de ses expériences en dotant le laboratoire d'une somme de deux

(1) *Bulletin de la Société centrale d'agriculture de France*, rapport de M. Tisserand.

millions et demi : exemple de patriotisme et de dévouement à la science qu'on ne saurait trop citer.

Les plus remarquables observations faites à Rothamsted portent sur la culture des céréales, des trèfles et des navets. MM. Lawes et Gilbert, confirmant les théories de M. G. Ville, ont constaté qu'au moyen des engrais chimiques seuls, on peut cultiver *le blé pendant trente ans* et *l'orge pendant vingt ans sans interruption sur un même sol*, et que par conséquent *l'humus n'est pas nécessaire au développement des céréales.* Le trèfle, au contraire, s'épuise fatalement au bout de quelques années, et la régénération de l'humus permet seule de reprendre sa culture. Le trèfle violet et la luzerne épuisent beaucoup plus le sol que le trèfle blanc, le trèfle incarnat, le trèfle jaune des sables (anthyllis) et la minette; ceux-ci végètent en effet dans les couches superficielles du sol, tandis que les premiers vont se nourrir dans les profondeurs de la terre, où les principes actifs des engrais ne pénètrent que très difficilement. Toutefois il est possible de faire persister le trèfle pendant vingt années de suite, en le ressemant quelquefois, dans une terre de jardin riche en humus.

Tandis que le rendement du blé, venu sur une terre sans fumier, n'a pas varié après trente-deux années consécutives, le rendement *des navets*, dans les mêmes conditions est tombé après quelques années à zéro. Pour le navet l'humus est de première nécessité, car le rendement dépend de la matière carbonée fournie au sol par l'engrais. Pour le blé l'excédant du rendement, obtenu pendant un grand nombre d'années consécutives, dépend de l'azote fourni par l'engrais du sol. Ainsi 100 kilogr. de tourteau, renfermant 5 kilogr. d'azote et 80 à 90 de matière carbonée, n'augmentent pas plus le rendement en grain qu'*un sel ammoniacal* renfermant 5 kilogr. d'azote mais pas de matière carbonée. De même le résultat d'une fumure de 35,000 tonnes de fumier enfoui chaque année dans le même sol a été invariablement inférieur à celui de 250 kilogr. de sels ammoniacaux. Le tourteau ne renferme que 5 p. c. d'azote environ, et le fumier souvent moins d'un demi. Au contraire les turneps ont la faculté de convertir les déchets inutiles des céréales, la paille etc. en une nourriture succulente pour les animaux. Comment donc cultiver les turneps quand le fumier fait défaut? En se fondant, comme toujours, sur l'analyse chimique. On peut, dit M. Gilbert, évaluer comme suit la composition d'une récolte de turneps à l'hectare :

Matière organique sèche	3500	kilog.
Potasse.	140	»
Phosphate de chaux . .	54	»
Sulfate de chaux . . .	44	»

Les autres éléments minéraux sont négligeables. Or, dans la matière organique, la moitié du carbone et un quart au plus de l'azote sont perdus pour la ferme, par la respiration et le développement des animaux; cette perte est remplacée par l'importation d'aliments commerciaux. L'enlèvement du phosphate de chaux varie suivant l'âge des animaux; mais les

alcalis retournent presqu'intégralement au sol, surtout si l'on a recours aux aliments préparés du commerce. Il ne s'agit donc que de restituer de la matière organique, de l'acide phosphorique, de l'acide sulfurique et de la chaux. Le tourteau convient admirablement aux turneps en remplacement du fumier, et on le distribue à la volée. Le superphosphate apporte l'acide phosphorique et l'acide sulfurique avec la chaux. On le sème avec la graine.

Des expériences analogues sur toute espèce de plantes cultivées, sur l'influence comparée des différents sels, des agents météoriques, des saisons, dans chaque culture, ont été publiées successivement par MM. Lawes et Gilbert et analysées par M. Ronna dans le *Journal d'agriculture pratique de France* (1874 à 1877). M. Ronna vient de condenser ces résultats en un volume intitulé : *Trente années d'expériences agricoles*, dont nous recommandons beaucoup la lecture aux agronomes.

Culture de la betterave. — L'extension de la culture de la betterave a provoqué, dans le nord de la France, des recherches toutes spéciales, poursuivies depuis à Grignon et dans diverses stations agricoles de France, d'Allemagne et de Belgique. Ces expériences ont montré d'abord qu'un excès de potasse n'améliore pas la qualité de la betterave, mais rend au contraire les racines plus difficiles à traiter; ensuite, et ceci est une démonstration récente, que les betteraves qui reçoivent un excès d'azote sont beaucoup plus grosses, mais beaucoup plus pauvres en sucre que celles qui ont reçu de moindres quantités d'engrais. Il paraît donc prouvé maintenant que la diminution de qualité des betteraves obtenues par la culture intensive n'est pas due, comme on l'avait supposé, à l'épuisement du sol, mais, au contraire, à ce que le sol est devenu trop riche en engrais azotés.

Dans les régions où les betteraves s'achètent au poids, cette erreur a fait le compte des cultivateurs et tourné au détriment du fabricant. Les betteraves qui donnent 60 mille ou 70 mille kil. à l'hectare ne renferment, en effet, qu'une moyenne de 6 p. c. de sucre et leur traitement est ruineux pour le fabricant, tandis que le producteur bénéficie de l'excès de pulpe. S'appuyant sur les travaux de M. Durin, M. Dehérain préconise l'achat des betteraves à la densité, en admettant que la densité du jus exprime avec une approximation très suffisante la richesse du sucre des betteraves. Chose curieuse, les travaux de la station de Gembloux conduisent à des conclusions diamétralement opposées. Le seul mode de vente, dit M. Petermann, qui offrirait des garanties positives d'exactitude et qui sauvegarderait complétement les intérêts des cultivateurs et ceux de l'industrie, serait celui de la vente basée sur l'analyse chimique de la betterave.

Les expériences réalisées pendant trois ans, à la station de Gembloux, sur l'influence du rapprochement des plantes de betteraves, ont donné des résultats très concluants. M. Petermann affirme qu'en adoptant la distance de $0^{m}40/0^{m}25$ au lieu de celle de $0^{m}45/0^{m}30$ qui est le plus usitée dans la culture belge, et en vendant sur analyse, le cultivateur pourra

non-seulement obtenir un produit argent plus élevé, mais encore concilier les justes réclamations de l'industrie sucrière et produire une betterave de qualité supérieure (1).

L'influence du rapprochement des racines sur cette augmentation du sucre dans la betterave paraît, à première vue, assez extraordinaire, mais M. Dehérain en fournit une explication très vraisemblable, fondée sur l'histologie de la plante.

Dès 1838, MM. Decaisne et Péligot ont reconnu dans la betterave à sucre la présence de zones concentriques formées alternativement de tissu cellulaire lâche, spongieux et transparent, et de tissu fibro-vasculaire, serré, ferme et opaque. MM. Brongniart, Payen, Violette, etc., ont constaté entre ces deux tissus *une grande inégalité de richesse saccharine.*

Reprenant l'étude de ces deux tissus, M. Dehérain établit que non-seulement le tissu cellulaire est moins riche en sucre, mais qu'il contient plus d'eau et plus de matière azotée que le tissu vasculaire. De là la conclusion que les betteraves seront d'autant plus riches, que ce dernier tissu y sera plus développé et que le tissu cellulaire le sera moins. Or c'est le cas des betteraves améliorées Vilmorin, où le tissu vasculaire domine de beaucoup et où, en même temps, les différences de composition entre les deux tissus sont peu importantes. Dans les betteraves à collet rose, au contraire, le tissu cellulaire tend à se former en quantité surabondante, et dans cette variété il n'est pas riche; il faut donc que par les procédés de culture on fasse en sorte que le développement exagéré soit modéré autant que possible, sans que néanmoins la croissance de la racine et la formation du sucre soient entravées. C'est dans ce sens qu'agit le rapprochement des racines. Dans les terres pauvres, pourvu bien entendu qu'aucun des éléments de fertilité ne soit tout à fait absent, les racines ne prennent qu'un faible développement et sont généralement riches. On arrive par le rapprochement des racines à obtenir le même résultat en qualité avec plus de rendement sur des terres largement fumées. « En effet, dit l'auteur, quand on sème des betteraves à de faibles distances, on en fait vivre un plus grand nombre sur une surface donnée, c'est-à-dire qu'on diminue la part d'eau et d'engrais qui revient à chacune d'elles; il est donc naturel que la végétation soit moins vigoureuse, et que le tissu qui exige pour sa croissance le plus d'eau et de matière azotée soit celui qui souffre davantage dans son développement (2).

M. Pagnoul, directeur de la station agricole du Pas-de-Calais, affirme d'une manière absolue, et ses expériences sont confirmées par de nombreux observateurs, que pour la betterave à toutes les époques de la végétation les engrais chimiques donnent beaucoup plus de richesse saccharine et moins de matière saline que le fumier.

L'analyse chimique a démontré péremptoirement que l'abondance du

(1) *Bulletin de la Station agricole de Gembloux*, 1876 et 1877.

(2) *Bulletin de la Société des agriculteurs de France*, 9e année, n° 18.

fumier, c'est-à-dire de l'azote organique lentement assimilable, est plus nuisible que l'azote ammoniacal et nitrique, parce qu'il agit surtout à la fin de la saison alors que son action est favorisée par des pluies abondantes. Le rapprochement des plants, combiné avec l'emploi judicieux des engrais chimiques, donne presque partout d'excellents résultats. Les betteraves sont plus riches en sucre et plus pauvres en matières salines, et par suite, pour un même rendement en poids, elles n'exigent qu'une dépense d'engrais beaucoup moindre.

Étudiant ensuite l'influence de l'acide phosphorique, « qui est aussi indispensable que l'azote à la nutrition de la plante, » M. Pagnoul n'arrive pas à établir une action bien nette et bien constante de ce corps. Cette diversité d'action, dit-il, signalée aussi par M. Correnwinder, doit tenir surtout à la proportion plus ou moins grande de phosphate assimilable préexistant dans le sol, ou peut-être à d'autres causes.

Enfin, de ses longues expériences, M. Pagnoul déduit la formule d'engrais suivante, qui lui paraît devoir être la plus convenable tout à la fois au point de vue de la culture et au point de vue de la fabrication :

Superphosphate de chaux	500
Sulfate d'ammoniaque	100
Nitrate de soude	200
Nitrate de potasse	100
Chlorure de potassium	50
Tourteaux et autres matières organiques analogues	400

Cette formule correspond à :

Acide phosphorique soluble	60
Azote ammoniacal	20
Azote nitrique	44
Azote organique	20
Potasse	77

Cette formule suppose, bien entendu, dit M. Pagnoul, que le sol n'a reçu aucun engrais, et devrait être réduite de moitié s'il avait reçu une demi-fumure de fumier ordinaire.

« Nous sommes persuadé, ajoute-il, qu'avec cette formule d'engrais, des labours profonds, une bonne graine, des betteraves très serrées et pas de vides, le cultivateur obtiendra toujours un excellent rendement et une richesse qui lui permettra de jouir de la majoration qui sera désormais accordée aux betteraves d'un degré densimétrique supérieur à 5°5 (1).

Élaboration du sucre.—La question de savoir si c'est dans les feuilles que s'élabore le sucre a fait naître un débat qui dure encore entre M. Claude Bernard et MM. Violette, Dehérain, Isidore Pierre et Pagnoul (2).

(1) *Bulletins de la Société centrale d'agriculture du Pas-de-Calais.* Tom. XII, 12e année.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1876-1877.

Les expériences faites sur l'effeuillage, et le rapport constaté entre la production du sucre et le développement foliacé, semblent faire pencher la balance en faveur de ceux qui attribuent cette production aux éléments anatomiques de la feuille. Toutefois on pourra voir, cette année même, des betteraves peu sucrées malgré une grande abondance de feuilles, soit que celles-ci ne transmettent pas assez rapidement à la racine les substances qu'elles ont élaborées, soit que ces substances soient absorbées aussitôt par la formation de nouvelles feuilles. C'est dans cette continuité de végétation, dit avec raison M. Vilmorin, qu'est le danger des années humides et fraîches comme celle que nous venons de traverser.

— M. Ladureau, directeur des stations agronomiques du nord de la France, a constaté que l'immersion momentanée des graines de betteraves dans une solution d'azote nitrique ou ammoniacal et d'acide phosphorique, a pour effet d'accroître dans des proportions notables (jusque 15 % d'augmentation) la quantité de sucre dans les betteraves (1). Il est présumable, dit M. Ladureau, que la graine, trouvant ainsi à sa disposition plus de nourriture immédiatement assimilable, a une levée plus facile, plus régulière, une croissance plus vigoureuse et donne par suite des produits plus abondants.

Les graines originaires des hautes latitudes. — Dire que les plantes cultivées deviennent plus vigoureuses, plus précoces, plus riches en principes hydrocarbonés, en amidon, en fécule, en couleurs, en parfums, à mesure que l'on remonte vers le nord, tandis qu'elles mûrissent plus lentement quand on descend vers le sud; c'est là aux yeux de beaucoup de gens une contre-vérité évidente *à priori*. Cependant de savantes expériences, répétées par de nombreux observateurs, ont établi aujourd'hui l'exactitude de ces faits. Boussingault fut le premier, en étudiant la somme de chaleur nécessaire pour mûrir les diverses espèces de céréales, à constater que le blé et l'orge, dont le cycle de végétation comprend en une période moyenne de 131 et de 120 jours, demandent 142 et 135 jours pour mûrir à Alger. En Norwége le blé et l'orge indigènes mûrissent en 90 jours. Les expériences de Schubeler, professeur à l'université de Christiania, sur le maïs, l'avoine, les pois, les haricots, les herbages, ont confirmé ces données, et prouvé que les plantes cultivées mûrissent plus vite à mesure qu'on remonte vers le nord jusqu'à 70° de latitude.

Lorsqu'on transporte des céréales du sud au nord, ou des plaines dans les contrées montagneuses, on obtient des résultats semblables. Les semences importées du midi ou des plaines donnent d'abord des moissons tardives, mais sont acclimatées au bout de trois ou quatre générations par sélection naturelle.

Au contraire, les semences venues de l'extrême nord, donnent pendant

(1) *Annales agronomiques*, publiées par M. Dehérain, 1877.

plusieurs générations, des variétés précoces dans nos climats. En Norwége, la culture des céréales, s'étend jusqu'au 70e degré de latitude; or, ce sont précisément les graines du district d'Alten qui sont recherchées dans toute la Norwége, car elles mûrissent en 80 jours et l'emportent en poids et en grosseur sur les autres. Il en est de même pour les graines des plantes forestières. Plus on remonte vers le nord, plus le coloris de la végétation augmente, plus les graines, les fleurs, les feuilles se foncent ou se colorent, plus les principes aromatiques des fruits et des légumes se développent. En Norwége, le tabac, le céleri, le persil, le cerfeuil, l'oignon et les plantes aromatiques sont plus forts et plus odorants que chez nous. La flore de nos montagnes est également plus riche de parfums.

Les feuilles des végétaux grandissent, dit M. Griesbach, comme pour absorber plus de rayons solaires; elles contiennent plus de chlorophylle, et par suite réduisent plus d'acide carbonique, et fabriquent plus d'amidon, de sucre, de fécule, d'essences, etc. Les proportions des matières azotées restent à peu près invariables. A quoi faut-il attribuer cette étrange anomalie? A l'action des rayons solaires. De même qu'ils sont plus ardents sur les montagnes parce qu'ils traversent une couche d'air moins épaisse, de même ils sont plus persistants dans les régions boréales, à cause de la longue durée des jours d'été dont la longueur augmente à mesure qu'on s'élève vers le pôle. Cependant, il faut remarquer que la lumière y est moins forte, parce que les rayons sont plus obliques; aussi M. Griesbach attribue en partie cette précocité à la sélection naturelle, qui ne conserve que les individus les plus vigoureux; les autres n'arrivent pas à maturité.

Dans un ouvrage intitulé, *La végétation sous les hautes latitudes*, M. Tisserand a attiré récemment l'attention, en France, sur l'avantage qui résulterait de l'emploi des semences originaires des régions boréales.

Les expériences qu'il a faites à la ferme de Vincennes confirment celles des naturalistes allemands, suédois et norwégiens, et depuis lors de nouveaux essais réalisés à l'Institut agricole de Gembloux ont donné des résultats invariablement identiques. Il reste donc acquis que l'emploi des graines des hautes latitudes donne des produits plus vigoureux et plus précoces, et que par conséquent ces graines constituent les meilleures semences pour conserver et améliorer les rendements de nos cultures.

A. Proost.

PHYSIOLOGIE.

Le tétanos induit-il toujours le tétanos? — Si sur un muscle vivant mis à découvert, on dispose le nerf sciatique d'une patte de grenouille de façon qu'il réponde à la partie charnue et au tendon, les contractions

du muscle, grâce à la variation électrique négative, induisent des contractions dans la patte galvanoscopique. Jusque dans ces derniers temps on avait admis comme loi la formule : La secousse induit la secousse, le tétanos induit le tétanos. Les observations les plus récentes montrent qu'il faut apporter quelques restrictions à la seconde partie au moins de cette loi.

MM. Morat et Toussaint (1), frappés du fait que la contraction volontaire, rattachée au tétanos par tant d'analogies, n'induit cependant qu'une simple secousse dans la patte galvanoscopique, se sont demandé si peut-être la loi généralement adoptée comme vraie n'était pas fondée sur l'observation de tétanos imparfaits. Le tétanos provient de la fusion de secousses, il sera donc d'autant plus parfait que les secousses se succèderont à de moindres intervalles. Les savants français, au moyen d'appareils ingénieusement perfectionnés par eux, sont parvenus à varier à volonté les intervalles entre les excitations produites par le jeu de l'interrupteur d'une machine d'induction électrique. Ce procédé a confirmé complétement leur conjecture : tant que les intervalles étaient relativement longs, le tétanos du muscle, en vertu de son imperfection, induisait aussi un tétanos dans la patte galvanoscopique; mais venait-on à faire succéder rapidement les excitations, alors ce n'était plus un tétanos,mais une simple secousse qui se produisait dans la patte de la grenouille. Cette secousse correspondait au commencement de la contraction musculaire ; il était rare d'en observer une, soit à la fin, soit au milieu. La conclusion qui découle de cette expérience, pour les contractions volontaires, est assez intéressante : l'impossibilité où l'on se trouvait de les soumettre à la loi prétendue des tétanos, au lieu de les faire ranger hors du nombre de ceux-ci, doit plutôt comme on le voit les faire considérer comme les tétanos les plus parfaits.

L'Allemagne n'a pas non plus négligé ce genre de recherches. Friedrich (2) a porté son attention sur les tétanos produits accidentellement au moment de la fermeture ou de l'ouverture d'un courant constant qui passe à travers un nerf. Ces tétanos non plus ne développent point de tétanos secondaire dans la patte galvanoscopique. Le tétanos de fermeture produit généralement une simple secousse, quelquefois même il est sans effet : celui d'ouverture ne donne rien, à l'exception de quelques cas assez rares où il est suivi d'une simple secousse. Nous devons cependant faire remarquer qu'à la différence de MM. Morat et Toussaint, Friedrich ne croit point la loi du tétanos produisant le tétanos infirmée par ces espèces d'anomalies. Il suppose en effet que chaque fibre du muscle est agitée par

(1) *De la variation de l'état électrique des muscles dans les différentes formes de contraction*, mémoire couronné par l'Académie des Sciences. Rapport de M. Cl. Bernard. *Compt. rend.* 23 avril 1877.

(2) *Untersuchung des physiologischen Tetanos mit Hilfe des stromprüfenden Nerv- und Muskelpräparates.* Wiener Akad. Sitzungsber. LXXIV. S. 413. Compte rendu par Rosenthal. *Centralbl. fur die med. Wissensch.* 1877. S. 661.

un tétanos qui, seul, déterminerait un tétanos dans la patte galvanoscopique. Mais qu'arrive-t-il? Les tétanos des différentes fibres ne se produisent pas au même instant et ne sont point toujours dans la même phase : de là interférence, et l'effet de cette interférence est ou la suppression totale de contraction dans la patte galvanoscopique ou une secousse simple. N'ayant point eu sous les yeux le travail original du savant autrichien, il m'est difficile de prononcer sur le plus ou moins de fondement de cette hypothèse. Qu'il me soit permis cependant de faire une simple suggestion : toute différence de phase ne produit point nécessairement une interférence, en prenant ce dernier terme comme plus ou moins synonyme de diminution d'effet. Pour prendre un exemple vulgaire, deux chevaux attachés au timon d'une voiture ne sont point toujours à la même phase de traction, et cependant bien loin de voir l'un contrarier le travail de l'autre, leurs efforts s'ajoutent pour augmenter la rapidité du mouvement du véhicule. Le tétanos de chaque fibre produisant un tétanos secondaire, il est difficile de voir pourquoi les tétanos secondaires, qui en définitive sont tous des mouvements de même sens, c'est-à-dire des contractions, au lieu de se contrarier, ne s'ajouteraient pas pour former un tétanos d'une plus grande intensité.

La loi des tétanos est aussi en défaut dans le cas de l'empoisonnement de la grenouille et des animaux à sang chaud par la strychnine; de même, d'après les observations de Hering, les contractions tétaniques du diaphragme sont impuissantes à produire des tétanos secondaires.

Charbon et septicémie (1). — Chacun connaît la terrible maladie qui porte le nom de *charbon*, et aussi celui de *sang de rate* quand elle attaque les moutons. La rate augmente de volume, devient noire et diffluente sous la moindre pression, les globules du sang s'agglutinent entre eux, et à peine les premiers symptômes extérieurs se sont-ils manifestés, le mal se met à progresser avec une effrayante rapidité et en quelques heures détermine la mort de l'animal. Longtemps on y avait vu un empoisonnement dû à un virus d'une rare énergie. Le Dr Davaine le premier, grâce aux observations microscopiques qu'il fit sur le sang charbonneux, découvrit la véritable cause de la maladie. En 1850 déjà il avait remarqué dans le sang charbonneux de petits corps filiformes, doubles à peu près en longueur du globule sanguin et n'offrant aucun mouvement spontané; il poussa ses recherches et, en 1863, il n'hésitait point à proclamer devant l'Académie qu'à ces organismes si infimes étaient dus tous les ravages de la maladie. Ce n'est point seulement à leur état adulte que ces espèces de filaments sont si pernicieux, c'est même lorsqu'ils sont dans une condition plus rudimentaire encore. Le Dr Koch en effet, en 1876, constata qu'ils se multiplient réguliérement par scissiparité, mais qu'ils peuvent aussi se résorber en partie et se convertir en corpuscules brillants : ceux-ci placés dans le sérum ou dans l'humeur de

(1) Pasteur et Joubert. Maladie charbonneuse. *Compt. rend. de l'Ac. des Sc.* 30 avril 1877. — Charbon et septicémie. Ibid. 16 juillet 1877.

l'œil peuvent régénérer les individus filiformes : ils sont donc propres à propager la contagion, et sont d'autant plus redoutables qu'ils résistent mieux à de hautes températures et aux autres influences destructives. Les organismes de Davaine ont été appelés *bactéridies* à cause de leur ressemblance avec les bactéries.

La contagion du charbon par les bactéridies trouva plus d'un contradicteur. A peine le Dr Davaine avait-il fait connaître son opinion sur la cause de la maladie charbonneuse, que MM. Jaillard et Leplat, professeurs au Val de Grâce, contestaient déjà la légitimité de son induction. Ils avaient fait venir en plein été de l'établissement de Sours, près de Chartres, du sang charbonneux et l'avaient inoculé à des lapins. Ceux-ci avaient rapidement succombé, mais leur sang n'offrait aucune trace de bactéridies. Les expérimentateurs avaient déduit de là les conséquences suivantes :

1. L'affection charbonneuse n'est pas une maladie parasitaire;
2. La bactéridie est un épiphonème de la maladie, mais ne peut en être considérée comme la cause;
3. Le *sang de rate* est d'autant plus inoculable qu'il contient moins de bactéridies.

Le Dr Davaine refit les expériences de ses contradicteurs et se vit forcé d'admettre la réalité des faits. Mais comme, dans le cas actuel, le sang charbonneux avait été pris sur une vache, il crut trouver là l'explication du désaccord qu'il avait sous les yeux, et déclara qu'outre le charbon proprement dit, il y avait une autre maladie, fort semblable, qu'il appela du nom de *maladie de la vache*, affection plus redoutable encore que le charbon pour la rapidité foudroyante de ses progrès.

Pour ajouter encore à l'incertitude qui régnait dans une matière si obscure, un habile vétérinaire de Paris, M. Signol, écrivait à l'Académie, à la date du 6 septembre 1875, qu'il suffisait d'abattre, ou mieux, d'asphyxier un animal en pleine santé pour que, dans l'intervalle de seize heures au moins, le sang des veines profondes, non celui des superficielles, devînt virulent avec présence de bactéridies, identiques, selon lui, à celles du charbon, sans que cependant ces bactéridies fussent plus tard capables d'engendrer le charbon ou même de se multiplier dans le sang des animaux auxquels on les avait inoculées. D'après MM. Jaillard et Leplat on avait déjà le charbon sans bactéridies; voici maintenant que d'après M. Signol on a les bactéridies sans charbon.

Un autre adversaire, bien connu pour ses travaux sur les effets de l'oxygène comprimé, fit valoir de son côté un argument qui parut décisif à plusieurs. « Je puis, » disait M. Paul Bert, le 13 janvier 1877, à la Société de Biologie, « faire périr la bactéridie dans la goutte de sang par l'oxy- » gène comprimé, inoculer ce qui reste et reproduire la maladie et la » mort sans que la bactéridie se montre. Donc les bactéridies ne sont ni » la cause ni l'effet nécessaire de la maladie charbonneuse. Celle-ci est » due à un virus; » et le 21 mai 1877 (1), il affirmait de nouveau devant

(1) *Compt. rend. de l'Ac. des Sc.* 21 mai 1877.

l'Académie que la virulence du sang charbonneux ayant résisté, dans ses expériences, à l'action de l'oxygène comprimé et de l'alcool absolu, on ne pouvait considérer ses propriétés pernicieuses comme liées invariablement avec l'existence des bactéridies, surtout que le microscope n'en laissait pas même découvrir une seule. Il ajoute cependant ce correctif, qu'il peut se faire que le virus lui-même du sang charbonneux soit un produit de sécrétion de bactéridies.

Un seul moyen évidemment restait de faire sortir la vérité de ces incohérences. C'était d'établir par des expériences irréprochables le fait fondamental de Davaine et d'examiner si dans les autres cas on était vraiment en présence du charbon. C'est ce qu'entreprit M. Pasteur en s'éclairant des lumières d'un médecin distingué, M. Joubert.

M. Pasteur prend du sang d'un animal charbonneux, y constate la présence de bactéridies, l'inocule et voit le charbon exercer rapidement sa funeste influence sur l'animal auquel le liquide a été inoculé. Si la bactéridie n'est point la cause du charbon qui vient de se produire, quel est alors l'agent auquel on doive attribuer les terribles phénomènes qui frappent les regards? Sera-ce une autre espèce d'organisme? M. Pasteur recueille du sang charbonneux en prenant grand soin d'éviter toute introduction d'organismes venant de l'extérieur : les bactéridies se multiplient par milliers et avec une surprenante rapidité, mais jamais il n'apparaît aucune trace d'organismes différents. Il faudra donc recourir aux éléments constitutifs du sang, les globules et le sérum. Exclure les globules fut une tâche relativement aisée. Dans un vase rempli d'un liquide pur et propre à la multiplication des bactéridies, par exemple, de l'urine rendue neutre ou un peu alcaline, on introduit une quantité infiniment petite de sang charbonneux ; après quelque temps, on prélève sur le liquide du vase une autre quantité infiniment petite sur laquelle on agit comme sur la goutte primitive du sang, et l'on répète cette opération plusieurs fois. Après cette série de mélanges successifs, il est clair qu'il ne restera aucun globule blanc ou rouge dans la dernière solution, et cependant, constatation faite, celle-ci n'a rien perdu de son pouvoir d'infection. Mais le sérum lui-même n'est-il point la cause du mal? Ce serait alors grâce à une substance soluble, agissant comme la diastase, par une action de présence, ou bien à un virus à granulations microscopiques. Pour écarter la première hypothèse, le moyen le plus obvie qui se présentera à la pensée d'un chimiste sera de filtrer le liquide, car si la substance en solution est l'agent de la maladie, celle-ci se manifestera aussi bien après le filtrage qu'avant. L'application de ce procédé n'était pas cependant si aisée dans le cas actuel, car il fallait à tout prix éviter de laisser passer à travers le filtre les bactéridies, c'est-à-dire, des filaments d'un millième de millimètre d'épaisseur tout au plus. M. Pasteur conçut à cet effet un nouveau genre de filtre : au moyen de l'action du vide, il contraignit la solution de passer à travers du plâtre,et il réussit à obtenir un liquide purgé complétement de bactéridies. La liqueur filtrée se montra parfaitement inoffensive. L'innocuité de toute substance soluble contenue dans le sérum ainsi démontrée, restait le virus à granulations

microscopiques. Il est connu que M. Chauveau attribue avec grande probabilité l'action pernicieuse des virus à certaines particules solides qu'ils tiennent en suspension. Ici certainement ces particules solides n'existent pas. L'urine neutre ou légèrement alcaline peut être conservée parfaitement limpide. On prend une goutte d'une des solutions décrites précédemment et on l'introduit dans l'urine. Du jour au lendemain, plus rapidement même, la bactéridie s'est multipliée en filaments enchevêtrés, cotonneux, sans que la limpidité du liquide soit le moins du monde troublée dans les intervalles entre les filaments, et cependant malgré la transparence parfaite de la liqueur, le microscope n'y décèle aucun être, organisé ou non, si ce n'est les longs fils de la bactéridie elle-même.

Ces expériences si délicates, menées avec le soin, l'adresse, qui ont fait de M. Pasteur un des plus habiles expérimentateurs de notre époque, semblent de nature à ne laisser aucun doute sur ce principe : Bactéridies et charbon sont deux termes connexes ; pas de charbon sans bactéridies, pas de bactéridies sans charbon. Mais les observations de M. Paul Bert? Est-il à croire que, seules parmi les organismes connus, les bactéridies résistent à l'emploi de l'oxygène comprimé? Et dans ce cas pourquoi le microscope ne les a-t-il pas révélées? Ici heureusement la loyauté de ce savant est venue rendre hommage à l'exactitude des investigations de son collègue, sans que cependant il ait eu à se rétracter. Le 30 juillet 1877, M. Paul Bert a annoncé à l'Académie, non point que les bactéridies avaient survécu à l'influence de l'oxygène comprimé, mais qu'après l'usage de ce puissant moyen de destruction, il avait découvert dans le sang, suivant les prévisions de M. Pasteur, certains corpuscules brillants qui n'étaient autres que ceux déjà signalés par Koch comme une des formes rudimentaires revêtues parfois par les bactéridies. Ce n'est point la première fois que les organismes résistent dans leur état embryonnaire à des agents dont l'influence destructive sur les adultes est irrésistible.

Quant aux faits signalés d'un côté par MM. Jaillard et Leplat, de l'autre par M. Signol, leur explication est toute différente. L'infection à laquelle ils ont eu affaire, n'était point le charbon, mais la *septicémie*. Le contrôle, auquel s'est livré M. Pasteur, nous fera saisir clairement la différence entre ces deux maladies. Il est allé, lui aussi, le 13 juin 1877, à l'établissement d'équarrissage de Sours, et y a soumis à l'observation le sang de trois animaux, d'un mouton mort depuis seize heures, d'un cheval mort depuis vingt à vingt-quatre heures, d'une vache morte depuis plus de deux jours, peut-être même depuis trois jours. Le sang du mouton contenait uniquement des bactéridies charbonneuses; mais il en était tout autrement du sang du cheval et de celui de la vache. Dans le sang du cheval, outre les bactéridies charbonneuses qui sont immobiles, se trouvaient aussi des vibrions de putréfaction doués de mouvement, et le sang de lavache renfermait surtout de ces derniers. Une goutte du sang de chacun des trois animaux fut inoculée à autant de lapins. Les trois lapins succombèrent. Celui qui avait été inoculé avec le sang de mouton avait le sang plein de bactéridies charbonneuses. Chez les deux

autres nulle trace de bactéridies; les muscles de l'abdomen et des quatre pattes étaient le siége d'une vive inflammation et contenaient des vibrions de putréfaction; mais ces derniers se trouvaient en quantité bien plus considérable encore dans la sérosité de l'abdomen autour de l'intestin : tous les organes qui plongent dans la cavité abdominale en fourmillaient, et il suffisait de promener une goutte d'eau sur le foie ou sur la rate pour en ramener un grand nombre.

D'où vient donc que MM. Jaillard et Leplat n'ont point vu les vibrions? D'abord c'est que leur attention s'est portée tout entière sur le sang; or, comme nous venons de le voir, le siége principal de ces vibrions n'est pas le sang mais la sérosité de l'abdomen. Les vibrions ne font irruption dans le sang qu'aux dernières heures de la vie ou même après la mort. De plus ces vibrions sont très transparents et peuvent dépasser en étendue le champ du microscope : il n'est donc pas étonnant qu'un observateur non averti ne les remarque point. M. Pasteur les aperçut pour la première fois lorsque, nommé commissaire conjointement avec MM. Bouillaud et Bouley, il examina les phénomènes décrits par M. Signol.

Quelle est l'origine de ces vibrions de putréfaction? Il semble hors de doute qu'ils résident d'abord à l'état de parasites dans les intestins et qu'ils forment une de ces innombrables espèces d'êtres microscopiques qui séjournent habituellement dans les animaux. Grâce à l'altération de l'organisme après la mort, ils peuvent se frayer un chemin vers la cavité abdominale, infectant la sérosité de l'abdomen d'abord, puis les veines profondes, et progressant ainsi du centre à la périphérie. C'est ce qui explique les phénomènes observés par M. Signol : cet expérimentateur dit en effet qu'il faut un assez long intervalle de temps avant que le sang soit virulent, et de plus d'après lui la virulence commence à se manifester dans les veines profondes. Il se trompe évidemment en confondant les vibrions actifs qu'il observa avec les bactéridies inertes du charbon. MM. Jaillard et Leplat, de leur côté, prétendaient avec raison que les animaux inoculés avec le sang de la vache de Sours ne présentaient point de bactéridies, mais ils eurent le tort de croire que ce sang était charbonneux. C'était un cas de *septicémie*, c'est-à-dire, de véritable putréfaction du sang, tandis que le charbon par lui-même ne consiste pas dans la corruption du sang ; les bactéridies, êtres aérobies, exerçant leur funeste influence, non par décomposition du liquide où elles se trouvent, mais en absorbant l'oxygène des globules rouges et produisant ainsi une véritable asphyxie : les vibrions au contraire, êtres anaérobies, désorganisent directement le sang, et c'est même à leur présence qu'est due la putréfaction qui suit la mort de l'animal charbonneux.

Nos lecteurs jugeront comme nous que ces recherches, outre l'intérêt scientifique qu'elles ont d'elles-mêmes, sont appelées à jeter un grand jour sur la marche de ces sortes de maladies, et peuvent être d'un grand secours pour la pathologie. M. Pasteur signale même un moyen probable d'entraver les progrès du charbon, lorsque celui-ci est encore dans sa première phase d'incubation. Si dans de l'urine neutre ou légèrement alcaline, on sème des bactéridies, au bout de quelques heures, le liquide

contiendra un feutrage cotonneux formé des bactéridies qui se sont multipliées en multitude innombrable. Mais semez en même temps des bactéries communes, celles-ci plus vigoureuses s'empareront de l'oxygène et les bactéridies périront d'asphyxie. L'expérience nous ayant appris que les bactéries communes sont tout à fait inoffensives, on pourrait peut-être en introduisant de ces organismes dans le sang d'un animal qu'on soupçonne atteint de charbon, détruire les bactéridies qui s'y trouveraient.

Histoire des globules rouges du sang — Si l'on examine au microscope des gouttes de sang recueillies à différentes heures du jour, on ne trouve point la même proportion d'hématies ou globules rouges. Où vont les globules qui disparaissent? D'où viennent ceux qui font si soudainement irruption dans le sang? Si les hématies sortent simplement du sang pour y rentrer ensuite, où sont-elles dans l'intervalle? Nul jusqu'à présent n'a résolu ces questions d'une façon satisfaisante. D'ailleurs, si certaines variations dans le nombre des globules peuvent se concevoir comme le résultat du séjour plus ou moins prolongé des hématies dans les mailles de quelque tissu de l'organisme, la reproduction du nombre normal après des hémorrhagies assez fortes, la guérison succédant à certaines anémies montrent clairement qu'il doit y avoir régénération des hématies comme de toutes les autres cellules de l'organisation. Et cependant le sang n'a jamais présenté aux observateurs jusqu'aujourd'hui de globules rouges d'abord très petits, puis croissant successivement de manière à atteindre leur grandeur normale. Les nouveaux venus ont d'emblée la taille de leurs prédécesseurs. Il est bien vrai que MM. Lépine et Germont (1) ont constaté dans le sang humain la présence d'un grand nombre de globules rouges très petits (microcytes), mais c'est là, d'après les auteurs eux-mêmes, un phénomène pathologique temporaire, et rien ne montre que ces microcytes doivent jamais dépasser leur taille primitive et devenir des hématies ordinaires.On s'est arrêté à l'hypothèse des globules blancs, ou leucocytes, se chargeant peu à peu d'hémoglobine et se transformant ainsi en globules rouges. Mais les physiologistes savent combien l'hésitation est permise sur ce point, et n'ignorent pas que le grand argument en faveur de cette théorie, c'est qu'il n'y en a aucune autre qui paraisse admissible. Cependant M. Vulpian (2) vient d'ajouter un poids assez considérable à ceux qui faisaient pencher la balance de ce côté. Ses études l'avaient amené à rechercher l'influence produite sur la moelle épinière par des amputations considérables, et à cet effet il avait enlevé à des grenouilles un des membres postérieurs : la forte hémorrhagie qui succédait à ces opérations lui suggéra l'idée de voir comment le sang se

(1) *Gaz. méd. de Paris*, 1877, n° 18, mentionné dans le *Centrabl. für die med. Wissensch.* 8 sept. 1877.

(2) De la régénération des globules rouges du sang chez les grenouilles à la suite d'hémorrhagies considérables. *Compt. rend. de l'Ac. des Sc.* 4 juin 1877.

régénérait après coup dans les grenouilles ainsi amputées. Un assez grand nombre de ces animaux furent soumis à l'expérimentation.

Dans les premiers jours, l'animal, presque exsangue, refuse toute nourriture, et après deux ou trois semaines seulement, il commence à happer les insectes et les larves qu'on lui présente. Plusieurs grenouilles meurent après deux, trois, cinq, six semaines : cependant chez toutes la plaie est en plein travail de cicatrisation, et chez celles qui survivent deux mois ou deux mois et demi, elle est complétement fermée.

Au bout d'une à deux semaines, le sang est encore très pâle et les globules rouges peu nombreux ; les leucocytes au contraire sont souvent en plus grande proportion qu'à l'état normal.On trouve aussi déjà quelques-uns des globules intermédiaires qui vont fixer notre attention.

Trois semaines après l'opération, il est facile de reconnaître deux espèces de globules blancs : les uns, doués de mouvements sarcodiques très prononcés, présentent de plus très nettement la structure histologique des leucocytes ordinaires ; les autres plus transparents, très légèrement granuleux, sont sans mouvement et contiennent un noyau unique, que l'emploi seul des réactifs parvient à mettre en évidence. Quant à la forme, ils sont sphériques ou ovalaires, et parmi ces derniers quelques-uns sont étirés d'un côté et ressemblent à des raquettes, d'autres le sont aux deux bouts et présentent l'apparence de fuseaux. La couleur est encore sans analogie aucune avec la teinte rouge des hématies. Enfin une membrane peut être présente ou absente.

Le sang, très peu coloré encore après six semaines, est cependant plus abondant si l'animal continue à se bien porter. Le nombre des globules blancs est resté supérieur à celui des globules rouges. Parmi eux, les leucocytes proprement dits offrent entre eux de grandes différences de taille et ont quelquefois plus de six noyaux : quand il n'y en a qu'un, il est généralement en voie de scission. Les globules blancs de la seconde espèce, maintenant plus nombreux que les leucocytes, peuvent cependant échapper à l'examen à cause de leur transparence. Ces cellules incolores ont toutes les formes indiquées précédemment : cellules sphériques, ovalaires, en raquette, fusiformes. Les ovalaires sont celles évidemment qu'on peut le plus facilement rapprocher des globules rouges ; plus petites que ceux-ci, elles ont cependant un noyau plus grand, comme eux elles sont renflées à l'équateur à cause de la présence du noyau, toute coloration rouge fait défaut.

Après deux mois et demi, le sang a repris à peu près sa teinte habituelle, signe évident que le nombre des globules rouges a singulièrement augmenté : les leucocytes sont redescendus à la proportion normale. Les globules blancs du second genre sont encore nombreux. Fait remarquable, parmi les globules rouges il s'en trouve qui ont la forme en raquette ou en fuseau de ces globules blancs, et parmi ceux-ci, ceux qui sont ovalaires présentent quelquefois une teinte rougeâtre. Ce fait rapproché de l'augmentation en nombre des hématies, immédiatement après une semblable augmentation des globules blancs de la seconde espèce, semble un indice bien clair de la conversion de ceux-ci en globules rouges.

Des recherches de M. Vulpian, il résulterait donc que les globules rouges proviennent de globules blancs nucléés, qui d'abord incolores, granuleux, petits et d'une forme sphéroïdale, grandissent peu à peu, perdent leurs granulations, acquièrent la forme ovalaire et se chargent d'hémoglobine. Ce mode de production reçoit une plus haute probabilité encore du fait que jamais les globules rouges n'ont été vus en voie de scission, et qu'il ne s'en est présenté aucun d'un volume inférieur à celui des globules ordinaires ; ce qui serait évidemment le cas si les hématies nouvelles provenaient des anciennes ; que d'un autre côté elles ne se forment pas hors des vaisseaux sanguins, cela semble résulter de ce que M. Vulpian n'a pu constater pendant tout le cours de ses observations aucune hypertrophie du foie, de la rate ou des reins, seuls organes auxquels on ait eu jusqu'à cette heure quelque probabilité d'attribuer la production de globules rouges.

Mais d'où proviennent les cellules incolores elles-mêmes? Très probablement des véritables leucocytes. On a pu vérifier en effet que ceux-ci perdaient peu à peu leur activité ; quoi d'étonnant alors qu'ils en arrivent à l'état d'inertie des cellules incolores, surtout qu'il n'existe point de cellules incolores plus petites que certains leucocytes, et que quelques unes présentent encore certains des caractères optiques de ces derniers?

Les recherches de M. Vulpian montrent une fois de plus combien les phénomènes pathologiques, en exagérant l'influence de certaines causes et en la mettant ainsi plus en évidence, peuvent jeter de jour sur les conditions normales. L'effet est le même que celui du microscope, qui en exagérant les proportions des parties placées au foyer, par cela même fait mieux saisir la constitution de l'ensemble.

Membrane des globules rouges. — Si l'avenir confirme le résultat des recherches de M. A. Béchamp sur la constitution physique du globule sanguin, nous devrons rayer de nos ouvrages de physiologie la mention que les globules rouges n'ont pas de membrane. On sait que les physiologistes considérent le globule rouge comme formé d'une espèce de squelette ou canevas, le *stroma*, dont les insterstices seraient remplis d'hémoglobine, mais sans aucune membrane destinée à intercepter la communication avec l'extérieur; quelque chose comme une éponge dont les vides seraient remplis de gélatine. M. A. Béchamp (1) croit avoir trouvé un réactif propre à mettre en évidence l'existence d'une membrane; c'est la fécule soluble, dont il nourrit, suivant son expression, le globule rouge du sang. Il a opéré sur du sang de chien, de bœuf, de canard, de pigeon et de grenouille. Le sang de canard lui ayant donné les plus beaux résultats, nous le choisirons comme type du mode d'investigation du savant français.

(1) Recherches sur la constitution physique du globule sanguin par A. Béchamp, de la faculté de médecine de Montpellier (aujourd'hui doyen de la faculté de médecine de l'Université catholique de Lille et président de la Société scientif. de Bruxelles). *Compt. rend. de l'Ac. des Sc.* 15 oct. 1877.

Le sang de canard, défibriné ou non, est mêlé avec un volume égal au sien d'une solution, créosotée à dose non coagulante, de fécule soluble. Cette solution doit contenir de 10 à 15 pour cent de fécule. La créosote est employée ici pour empêcher la putréfaction du sang par les bactéries. C'est peut-être un luxe de précautions, car, M. Béchamp en fait l'aveu, même sans employer aucun antiseptique, il est rare de voir apparaître des bactéries. Au bout de six à huit jours, si l'on remue, après l'avoir additionnée d'eau, la mince lame de solution placée sous le microscope, on voit le noyau du globule prendre toutes les positions possibles à l'intérieur de l'hématie, et pendant le repos il tombe à la partie la plus déclive. Le phénomène est celui d'un œuf roulant dans une vase rempli d'eau, et se comprend à peine si le contenu de l'hématie n'est pas liquide et enfermé dans une membrane.

Après vingt-trois jours, un autre phénomène vient s'ajouter au précédent : pendant le mouvement de translation des globules, l'enveloppe se plisse, s'enroule autour du noyau, se déroule ensuite pour s'enrouler de nouveau.

Ces opérations délicates seront reprises sans nul doute, et l'on pourra voir quelle part la solution créosotée prend à ces phénomènes. La preuve en effet ne sera démonstrative que le jour où, les phénomènes étant dûment constatés, on aura de plus montré que la créosote n'aura pas, en coagulant l'albumine malgré les précautions prises, formé autour de l'hématie une espèce de membrane adventice.

Indépendance histologique du muscle et du tendon. — On connait l'influence exercée sur l'état adulte par chacun des feuillets de cellules de l'embryon, et si on a renoncé à voir dans le premier état embryonnaire la reproduction microscopique des formes de l'animal pleinement développé, on admet dans celui-ci, au point de vue histologique, autant de tissus différents et indépendants qu'il y a d'étages de cellules dans l'embryon. Au point de vue thérapeutique même, on a reconnu que les affections ne se propageaient pas dans les tissus à raison de leur contiguité, mais plutôt de leur descendance commune de certaines cellules embryonnaires. W. Wolff (1) a étendu la conception de l'influence de la division embryonnaire aux relations des muscles et des tendons. Il a vérifié en effet que le sarcolemme et le tissu connectif qui entoure la fibre primitive se continuent seuls avec le tendon ; jamais la substance contractile elle-même ne passe, soit dans ce dernier tissu, soit dans le sarcolemme. D'un autre côté, des observations multiples faites sur des embryons de truites, de rats et de cochons lui ont montré que le tissu contractile d'un côté, les tendons, le sarcolemme et le tissu connectif intramusculaire de l'autre, dérivent de deux genres de cellules complétement différents.

(1) W. Wolff, *Ueber den Zusammenhang des Muskels und der Sehne.* Berlin 1877. Compte rendu par Boll dans *Centralbl. für die med. Wissensch.* 1877, S. 72.

Variations électriques des plantes à la suite d'excitations mécaniques. — Les lecteurs de la *Revue* connaissent déjà les beaux travaux du Dr Sanderson sur la *Dionœa muscipula* (1). Le savant professeur d'*University College* a étendu ses recherches au *Mimulus luteus* (2). Le *M. luteus* est une plante en grande faveur en Angleterre, à cause de ses belles fleurs et de la facilité avec laquelle elle se laisse cultiver. Son stigmate est composé de deux lobes en forme de lèvres, qui se referment dès qu'on les touche. Le mécanisme de cette fermeture est assez aisé à comprendre. Prenons le lobe inférieur, le plus facile à étudier : sa surface interne est recouverte d'une couche de cellules lâchement reliées entre elles, en état de turgescence permanente et terminées en papilles. La turgescence des cellules internes empêche une sorte de lame élastique, qui constitue la paroi externe, de s'étendre en une surface plane, et la force à s'enrouler à l'extérieur, comme une boucle de cheveux, autour d'un axe transverse idéal. Vient-on à toucher le lobe et surtout sa surface interne, la turgescence de celle-ci diminue, la lame élastique se redresse, et le résultat de ce mouvement est le rapprochement des surfaces internes des deux lobes qui vont maintenant s'appliquer l'une contre l'autre.

Ce changement de forme est accompagné d'une variation électrique semblable à celle de la *D. muscipula*. Le signe de la variation est le même, le siége de l'excitation devenant négatif par rapport au reste de la plante. La grandeur de la variation est moindre. Tandis que chez la *Dionœa* la force électromotrice développée par l'excitation entre les stigmates et le style peut monter jusqu'à 40 ou 50 millièmes d'un élément Daniell, elle est à peu près de 25 millièmes seulement pour le *Mimulus*. La variation est de longue durée : à la température ordinaire de l'été, elle atteint son maximum cinq secondes à peu près après l'excitation : elle décroît d'abord avec rapidité, puis lentement, et deux à trois minutes peuvent s'écouler avant le rétablissement de la condition normale. La longueur de cette période diminue, comme pour la *Dionœa*, avec l'accroissement de la température.

G. H.

HYGIÈNE.

Allaitement maternel. — Ses indications et ses contre-indications. — L'importance de ce sujet exige qu'on le reprenne chaque fois que l'occasion s'en présente. Nous empruntons à M. le professeur Kehrer de

(1) *Revue des questions scient.*, t. II, p. 214.

(2) Note on the electrical disturbance which accompanies the excitation of the stigma of Mimulus luteus, by Burdon Sanderson *Nature*, June 28, 1877.

Giessen les divisions suivantes, déjà reproduites dans le journal du Dr Festraets (1).

Les nouvelles accouchées peuvent se partager en deux grandes catégories : les unes présentent de l'aptitude, les autres de l'inaptitude à l'allaitement.

L'aptitude peut être réelle, et elle comprend non-seulement le cas d'une sécrétion abondante de lait et de la bonne santé de la mère, mais encore les érosions des mamelons, les légères fièvres puerpérales, les maladies légères en général, le rachitisme et les maladies vénériennes, à l'exception toutefois de celles qui sont contractées pendant les deux ou trois derniers mois de la grossesse (2).

L'aptitude peut être relative, et c'est dans ce cas qu'avant de se prononcer, le médecin devra bien en apprécier tous les éléments. On range dans cette division la sécrétion peu abondante de lait ou d'un lait par trop aqueux, la constitution délicate, la décrépitude ou l'extrême faiblesse de la mère, l'anémie aiguë, l'anémie chronique simple, la scrofulose, les maladies fébriles non contagieuses et d'intensité moyenne.

L'inaptitude à l'allaitement peut être temporaire ; c'est quand les mamelons, d'abord courts et creux, finissent par s'allonger; quand ils sont atteints d'ulcérations profondes ou étendues, ou d'inflammation (dans ce cas on utilise le sein non enflammé) ; quand il y a catarrhe intestinal, dyssenterie, choléra.

L'inaptitude absolue est indiquée, d'abord et évidemment, par l'absence de lait, par son écoulement continu, par la dépression permanente des mamelons, l'anémie chronique consécutive à des maladies organiques profondes, la phthisie ou ses signes précurseurs, la syphilis acquise pendant les deux ou trois derniers mois de la grossesse, l'ostéomalacie (ramollissement des os et spécialement du bassin) les fièvres puerpérales graves, la variole, la rougeole, la scarlatine, la diphthérie (croup et angine couënneuse), la fièvre typhoïde, les maladies inflammatoires aigües : pneumonie, pleurésie, rhumatisme, l'hystérie très développée, l'épilepsie et les maladies psychiques.

A une époque où l'on se dispense si facilement des devoirs qu'impose la maternité, on pourra consulter utilement les indications de M. le professeur Kehrer.

Allaitement artificiel (3). — Cette question vient naturellement après celle des contre-indications de l'allaitement maternel. Elle s'impose si les conditions de la famille privent le nouveau-né d'une nourrice mercenaire. On recourt généralement au lait de vache, et en deuxième ligne au lait de chèvre. S'il était aussi facile de se procurer ceux de jument ou d'ânesse, ce serait un avantage, car leur composition les rapproche plus plus que les autres du lait de femme.

(1) *Le médecin de la famille*, 15 novembre 1877.

(2) Dans ce cas en effet, s'il s'agit de la syphilis, l'enfant a des chances de ne pas en être infecté, et sa mère en l'allaitant pourrait la lui communiquer.

(3) D'après le Dr Kehrer.

Le lait de vache renferme plus de caséine et d'albumine, plus de beurre et de sels, mais un peu moins de sucre de lait et d'eau que le lait de femme. Là n'est pas cependant toute la différence entre les deux laits. Ce serait en vain que, pour rétablir l'équilibre, on chercherait à rendre respectivement égaux les chiffres des divers principes de chaque lait. Les caséines sont chimiquement différentes. Ainsi une addition de vinaigre ne produit aucun changement appréciable à l'œil dans le lait de femme, tandis que dans le lait de vache elle donne lieu à la formation du fromage.

Les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique ne coagulent pas à froid le lait de femme, mais bien le lait de vache.

L'acide tannique les coagule tous les deux.

Le suc gastrique à une température de 38° les coagule aussi; mais le coagulum du lait de femme se redissout dans un excès de liquide.

Les laits d'ânesse et de jument se comportent comme le lait de femme.

Le lait de vache ne convient donc pas à l'enfant au même titre que le lait de sa mère, et on ne peut le lui donner dans les premiers temps sans lui faire subir des modifications.

D'une manière générale, on préfèrera le lait cuit et absolument frais, et dans la proportion de trois parties d'eau pour une partie de lait dans les premiers jours, pour en venir à donner graduellement le lait pur au bout de quelques mois. On ajoute au mélange 30 grammes de sucre de lait par litre et un peu de bicarbonate de soude pour prévenir la fermentation.

Les repas seront réguliers et suffisamment éloignés.

La difficulté de se procurer, surtout dans les grandes villes, un lait pur de tout mélange, a donné dans ces derniers temps assez de vogue au lait concentré. C'est du lait de vache soumis à l'évaporation, et additionné de sucre de canne pour l'empêcher de fermenter. Pour en faire usage, on doit l'étendre de quatre à cinq parties d'eau; mais encore alors il contient plus de sucre que le lait de femme; de là, formation d'une assez forte proportion d'acide lactique, qui trouble la digestion et que l'on combat par les absorbants et la crême d'avoine ou d'orge.

En terminant le professeur de Giessen dit un mot de la soupe de Liebig, de la nourriture de Loeflund et de la farine de Nestlé. Ces trois préparations sont basées sur la transformation de l'amyléine en dextrine et en sucre, afin d'en épargner le travail au nourrisson. Ses organes en effet ne sécrètent pas encore, en quantité voulue, les sucs qui doivent digérer cette substance. L'auteur recommande surtout la farine Nestlé.

Influence de l'exercice sur les fonctions digestives. — Le Dr Le Blond (1) étudie les effets de l'exercice pris avant et après le repas. Avant le repas, l'exercice modéré en provoquant l'appétit favorise la digestion. On dirait que l'organisme se hâte de réparer les pertes qu'il vient de subir. L'exercice a-t-il été violent ou du moins peu proportionné aux forces de l'individu, il peut devenir très préjudiciable, et par le

(1) *Manuel de gymnastique hygiénique et médicale.* Paris 1877.

trouble qu'il apporte dans la sécrétion du suc gastrique, et par la faiblesse et l'inertie qu'il communique à tous les appareils organiques. L'estomac à jeûn sécrète facilement un liquide qui ne diffère du suc gastrique que par l'absence de la pepsine. Ce liquide diminue et même ne se sécrète point sous l'influence d'un violent exercice; car le sang se dépouille alors de ses éléments liquides au profit de la sécrétion cutanée. Rien d'étonnant dès lors que le suc gastrique vrai apparaisse lui-même en moindre quantité; et comme sa présence est indispensable à la digestion des substances albuminoïdes, celle-ci se trouve retardée et plus ou moins compromise. C'est ce que le Dr Beaumont a constaté chez son Canadien; c'est ce que l'on comprend facilement, quand on songe que l'exercice violent diminue l'acide du suc gastrique et que cette acidité est elle-même nécessaire à la digestion.

L'exercice qui suit le repas en influence la digestion d'une façon analogue à celui qui le précède. Un exercice modéré favorise les mouvements vermiculaires de l'estomac, par les secousses qu'il lui communique, et concourt ainsi à transformer les aliments en une masse pulpeuse, le chyme, modification préalable à l'absorption. De plus on a constaté qu'il augmente la température de l'estomac d'environ un degré, et les digestions artificielles prouvent que cette élévation de température est favorable à la digestion naturelle.

C'est donc avec raison que faisant allusion à l'influence d'un mouvement modéré, Chomel a pu dire que l'homme digère autant par ses jambes que par son estomac.

Un exercice violent provoque de fortes contractions du diaphragme et de la paroi abdominale, amène la compression de l'estomac et de l'intestin, et favorise l'expulsion des aliments avant que l'absorption ait pu s'en emparer. Les exemples d'indigestion produite par de violents efforts ne manquent pas et, dans ce cas, le mouvement n'intervient pas seulement directement, mais il agit encore en concentrant dans les muscles un sang dont la présence serait si nécessaire dans les parois du tube digestif.

Les effets éloignés d'une digestion régulière sont facile à comprendre, et on les trouvera réunis chez le campagnard, caractérisés par l'harmonie de toutes les fonctions. Dans le cas contraire, nous prendrons pour exemples un grand nombre d'habitants des villes, nous constaterons la pâleur, l'anémie, la constipation opiniâtre, les douleurs de tête, les vertiges et la prédisposition aux hémorrhoïdes.

Application de la gymnastique aux tempéraments (1).—On peut admettre quatre types de tempéraments bien qu'ils se présentent rarement à l'état isolé.

1°. *Tempérament nerveux.* On peut le reconnaître aux caractères suivants : corps maigre, système musculaire peu développé, physionomie mobile, mouvements brusques, sensibilité exaltée, intelligence vive. Il y a ici prédominance d'action du système nerveux. Pour rétablir l'équilibre,

(1) Le Blond. Ibid.

il est nécessaire d'augmenter l'activité musculaire par les exercices gymnastiques. On dérivera ainsi vers les muscles une partie du sang qui se rend au tissu nerveux. Les promenades à pied ou en voiture sont insuffisantes dans ce cas; les exercices passifs de même; mais on recourra avec avantage à l'exercice des barres parallèles, au travail de projection et de suspension, aux travaux du jardinage... Bien des femmes nerveuses sont stériles; ne trouveraient-elles point dans de pareils moyens bien raisonnés, un remède à la stérilité ?

2° *Tempérament sanguin.* Il présente un teint coloré, un cou peu allongé, des muscles fermes, un pouls fort et développé. On observe dans ce tempérament une surabondance des globules sanguins, ou du moins une augmentation de la masse totale du sang. Pour dépenser ce sang si riche et qui se répare avec tant de facilité, les médecins s'accordent à délaisser les saignées, au profit des exercices musculaires qui donnent de meilleurs résultats. La gymnastique, la chasse, l'escrime, la danse sont ceux qui conviennent le mieux. Mais il faut proscrire les mouvements passifs.

3° *Tempérament bilieux.* Une coloration légèrement jaunâtre de la peau, des cheveux noirs et des yeux noirs, un système musculaire bien développé, la prédisposition aux hémorrhoïdes, aux maladies du foie et des voies digestives, sont les caractères qui appartiennent au tempérament bilieux.

Les exercices violents donneraient lieu à des inflammations abdominales. On ne peut permettre aux bilieux que l'usage des mouvements passifs et des mouvements mixtes. Les bains tièdes seront employés avec succès.

4° *Le tempérament lympathique* se reconnaît à la finesse et à la blancheur de la peau, à la coloration blonde des cheveux à la paleur des muqueuses, à la mollesse des chairs, au volume des lèvres, du nez et des oreilles. Dans ce tempérament tous les liquides non sanguins sont en excès, et pour en déterminer l'absorption plus rapide on s'adonnera à la chasse, à la lutte, à la course, à la natation...

De la gymnastique comme méthode thérapeutique. — La gymnastique a été employée pour combattre plusieurs névroses, mais surtout la Chorée ou danse de St-Guy. Supposons un petit malade couché dans son lit et livré aux mouvements involontaires les plus bizarres et les plus désordonnés de son étrange maladie. On commence par l'immobiliser pendant une dizaine de minutes, puis à pleine main, on pratique pendant longtemps le massage sur les membres supérieurs et inférieurs et sur le pourtour de la poitrine. A ce massage succèdent sur les mêmes parties des frictions énergiques. On opère de même sur la partie postérieure du tronc et spécialement sur les muscles des gouttières vertébrales. Une séance de cette nature doit durer une heure. On la répète trois ou quatre jours de suite, et chaque fois les contractions apparaissent moins désordonnées. L'enfant accuse du bien-être, et il retrouve le sommeil s'il l'avait perdu. Les jours suivants, on pratique encore le massage; mais on recourt

déjà aux mouvements passifs réguliers et parfaitement rhythmés. Ainsi les bras étant étendus le long du tronc, les pouces en dehors, on saisit le poignet, on fléchit l'avant-bras sur le bras, on porte celui-ci directement en avant et en haut, puis on remet l'avant-bras en extension. Suivant un ordre inverse et toujours d'après une mesure en trois temps, on ramène les mains au point de départ Les douleurs que l'on constate parfois au niveau du carpe, et que M. Sée rattache au rhumatisme, ne sont pas une contre-indication de cette gymnastique.

Les membres inférieurs sont soumis à des mouvements analogues. Au début les muscles paraissent tout à fait passifs, mais au bout de deux ou trois séances, quelquefois même après la première, la volonté reprend insensiblement son empire.

Huit ou dix jours de ces exercices suffisent à produire une amélioration des plus marquées, et l'on peut dès lors faire descendre l'enfant au gymnase, où il exécute, toujours en mesure, les mouvements physiologiques du tronc et des membres. On l'aide au besoin, mais on ne doit jamais le fatiguer.

Cependant après une dizaine de jours d'exercice actif, l'amélioration subit un temps d'arrêt; mais bientôt un nouvel amendement apparait qui aboutit à la guérison définitive.

D'après M. Blache, la gymnastique, seule ou associée aux bains sulfureux, a donné un plus grand nombre de guérisons que toute autre méthode de traitement. Elle peut être employée dans presque tous les cas, tandis que les autres méthodes rencontrent un grand nombre de contre-indications. Elle demande un nombre moyen de jours à peu près égal à celui des bains sulfureux, mais la guérison parait plus durable, et la sédation se montre plus tôt. La gymnastique améliore d'une manière très sensible la constitution des enfants, qui sortent guéris et de la chorée et de l'anémie qui l'accompagne ordinairement. Elle n'offre aucune espèce de dangers, et peut être mise en œuvre en toutes saisons, avantages que n'ont pas les bains sulfureux.

Application de la gymnastique au traitement des difformités de la colonne vertébrale. — On distingue trois difformités principales : la cyphose ou courbure en arrière, la lordose ou courbure en avant, et la scaliose ou courbure latérale. La cyphose est la déviation la plus fréquente. Elle a souvent pour cause les contractures musculaires et le rachitisme. S'il est facile d'y remédier au début, il n'en est plus de même quand la déformation est prononcée; cependant on peut encore alors en ralentir ou en arrêter des progrès. Le gymnastique peut rendre ici les plus grands services. L'exercice militaire, la natation, l'escrime, le patinage, le skating rink, les jeux de l'enfance sont de puissants auxiliaires du traitement. Joignons-y la méthode suédoise, celle qui consiste à accroître la contraction volontaire de certains muscles, par la résistance calculée que leur oppose le gymnaste. En se contractant, un muscle tend à se rapprocher de la ligne droite. Si la déviation de la colonne vertébrale lui a fait suivre la ligne courbe, il pourra à son tour, en

se redressant lui-même, redresser la colonne osseuse, s'il exerce contre elle, en se contractant, une pression suffisante. Tel est le principe sur lequel reposent ici les exercices gymnastiques.

S'il s'agit d'une cyphose de la région du cou, MM. Bouvier et Bouland recommandent les mouvements suivants :

1° Incliner la tête en arrière contre la résistance de la main appliquée à la nuque.

2° Mouvement circulaire de la tête, en insistant sur l'inclinaison en arrière. Pour cet exercice le gymnaste tient les mains appliquées de chaque côté de la tête et lui fait résistance.

3° Redressement du tronc, préalablement incliné en avant, la résistance étant placée à la nuque.

Si la cyphose occupe la région dorsale, ou détermine par les mêmes procédés, la contraction des muscles de cette région. On peut agir de la manière suivante : le sujet s'assied, le tronc très penché en avant, et il se redresse lentement contre la résistance que lui oppose un aide, dont les mains sont appliquées sur les épaules. Ou bien le sujet, les bras étendus en croix, fixe solidement les mains; il tient les jambes fermées et résiste à une pression exercée en arrière au niveau des épaules.

Quant aux moyens mécaniques, bandages, corsets... on les emploiera quand les exercices paraîtront insuffisants. On ne peut d'ailleurs les utiliser qu'avec réserve, car ils ne sont pas sans danger.

La *lordose* la plus fréquente est la lordose lombaire. Elle a pour cause, en dehors de l'ostéomalacie, la grossesse et certains états pathologiques, comme l'hydropisie du ventre, des tumeurs ou des kystes volumineux de cette région. Il est bien plus facile encore de la prévenir que de la guérir. Pendant la grossesse par exemple, on arrêtera une lordose commençante en engagcant la femme à rester peu debout, à se reposer souvent, couchée ou assise, le dos soutenu, les cuisses relevées, à demi fléchies pour ramener le haut du bassin en arrière et effacer la cambrure lombaire.

Les exercices convenablement dirigés sont un excellent moyen de remédier à la lordose, tant qu'elle ne constitue pas encore un véritable vice de conformation. Ils reposent sur le même principe que ceux que nous avons employés contre la cyphose et auxquels ils correspondent parfaitement. Ainsi on placera le corps dans une position horizontale et on le redressera sans secousses et sans bouger les jambes.

On penchera la partie supérieure du corps en avant, les bras tendus, et on s'efforcera de toucher le sol avec les mains, à l'aide de petits efforts.

On se tiendra debout, les bras tendus en avant horizontalement, et on lèvera chaque pied à la hauteur de la main.

On se couchera sur le dos, les cuisses et les jambes pendantes, et on résistera à un aide qui relèvera les membres inférieurs l'un après l'autre jusqu'à angle droit et au delà.

L'orthopédie pourra ici trouver les mêmes indications qu'au sujet de la cyphose.

Quant à la *Scaliose,* on peut en accuser, outre le rachitisme et l'ostéomalacie, certaines maladies qui affaiblissent l'organisme. Les affections

cérébrales, les convulsions de l'enfance agissent non-seulement de la sorte, mais encore en produisant des lésions musculaires. Enfin on peut l'attribuer à des attitudes vicieuses, à des lésions de la colonne vertébrale, à des tumeurs situées dans son voisinage. Un des principaux moyens de le combattre est encore la gymnastique. Aujourd'hui on a abandonné le décubitus prolongé, à cause de son action débilitante sur l'organisme, ou du moins on le combine avec des exercices qui donnent plus de force aux muscles. On rejettera ceux qui, aux barres parallèles ou au trapèze, exigent de grandes inflexions du tronc en avant ou de côté. On ne recourra qu'à ceux qui ont pour but de le suspendre, ou qui se pratiquent dans la station naturelle. Dans le premier cas, les membres supérieurs supportent seuls le poids du corps qui tend par lui-même à redresser les courbures. Mais cet exercice est insuffisant, et il faut le combiner avec ceux de la position horizontale ou de la position naturelle. La natation figure ici en première ligne.

Quant à la station naturelle du tronc, la manœuvre aura pour but de contracter les muscles de la convexité, et on peut facilement la deviner après ce que nous avons déjà dit de la méthode suédoise.

Contre-indications générales des exercices du corps. — L'épuisement de l'économie, l'irritation d'un organe, une lésion organique avancée exigent le repos. De même les fièvres aiguës. Cependant, on a vu l'équitation prévenir un accès de fièvre intermittente. Les maladies du système circulatoire et du système nerveux, le mal de Pott (lésions des vertèbres), demandent aussi le repos,

A défaut de repos, la blennorrhagie peut dégénérer en orchite; la grossesse, chez certaines femmes, n'arrive pas à terme, les déplacements utérins s'exagèrent, les hémorrhoïdes s'aggravent. Enfin citons comme dernière contre-indication les maladies chirurgicales en général.

Dr Dumont.

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

STATUTS.

(modifiés dans l'assemblée générale du 25 octobre 1877).

Art. 1. — Il est constitué à Bruxelles une association qui prend le nom de Société scientifique de Bruxelles, avec la devise : « *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest* (1). »

Art. 2. — Cette association se propose de favoriser, conformément à l'esprit de sa devise, l'avancement et la diffusion des sciences.

(1) Const. de Fid. cath. C. iv.

Art. 3. — Elle publiera annuellement le compte rendu de ses réunions, les travaux présentés par ses membres, et des rapports sommaires sur les progrès accomplis dans chaque branche.

Elle tâchera de rendre possible la publication d'une revue destinée à la vulgarisation,

Art. 4. — Elle se compose d'un nombre illimité de membres, et fait appel à tous ceux qui reconnaissent l'importance d'une culture scientifique sérieuse pour le bien de la société.

Art. 5 — Elle est dirigée par un *Conseil* de vingt membres, élus annuellement dans son sein. Le Président, les Vice-Présidents, le Secrétaire et le Trésorier font partie de ce Conseil. Parmi les membres du Bureau, le Secrétaire et le Trésorier sont seuls rééligibles.

Art. 6. — Pour être admis dans l'association, il faut être présenté par deux membres. La demande, signée par ceux-ci, est adressée au Président, qui la soumet au Conseil. L'admission n'est prononcée qu'à la majorité des deux tiers des voix.

L'exclusion d'un membre ne pourra être prononcée que pour des motifs graves et à la majorité des deux tiers des membres du Conseil.

Art. 7. — Les membres qui souscrivent, à une époque quelconque, une ou plusieurs parts du capital social, sont *membres fondateurs*. Ces parts sont de 500 francs. Les *membres ordinaires* versent une cotisation annuelle de 15 francs, qui peut toujours être rachetée par une somme de 150 francs, versée une fois pour toutes.

Le Conseil pourra nommer des *membres honoraires* parmi les savants étrangers à la Belgique.

Les noms des membres fondateurs figurent en tête des listes par ordre d'inscription, et ces membres reçoivent autant d'exemplaires des publications annuelles qu'ils ont sousorit de parts du capital social. Les membres ordinaires et les membres honoraires reçoivent un exemplaire de ces publications.

Tous les membres ont le même droit de vote dans les Assemblées générales.

Art. 8. — Chaque année, il y a trois sessions. La principale se tiendra dans la quinzaine qui suit la fête de Pâques, et pourra durer quatre jours. Le public y sera admis sur la présentation de cartes. On y lit les rapports annuels, et l'on y nomme le Bureau et le Conseil pour l'année suivante.

Les deux autres sessions se tiendront en octobre et en janvier. Elles pourront durer deux jours et auront pour objet principal de préparer la session de Pâques.

Art. 9. — Lorsqu'une résolution, prise dans l'Assemblée générale, n'aura pas été délibérée en présence du tiers des membres de la Société, le Conseil aura la faculté d'ajourner la décision jusqu'à la prochaine session de Pâques. La décision sera alors définitive, quel que soit le nombre des membres présents.

Art. 10. — La Société ne permettra jamais qu'il se produise dans son sein aucune attaque, même courtoise, à la religion catholique, ou à la philosophie spiritualiste et religieuse.

Art. 11. — Dans les sessions, la Société se répartit en cinq sections : I. *Sciences mathématiques*, II. *Sciences physiques*, III. *Sciences naturelles*, IV. *Sciences médicales*, V. *Sciences économiques*.

Tout membre de l'association choisit chaque année le section à laquelle il désire appartenir. Il a le droit de prendre part aux travaux des autres sections avec voix consultative.

Art. 12. — La session comprend des séances générales et des séances de sections.

Art. 13. — Le Conseil représente l'association. Il a tout pouvoir pour gérer et administrer les affaires sociales. Il place en rentes sur l'État ou en valeurs garanties par l'État les fonds qui constituent le capital social.

Il fait tous les règlements d'ordre intérieur que peut nécessiter l'exécution des statuts, sauf le droit de contrôle de l'Assemblée générale.

Il délibère, sauf les cas prévus à l'article 6, à la majorité des membres présents. Néanmoins, aucune résolution ne sera valable qu'autant qu'elle aura été délibérée en présence du tiers au moins des membres du Conseil dûment convoqué.

Art. 14. — Tous les actes, reçus et décharges sont signés par le Trésorier et un membre du Conseil, délégué à cet effet.

Art. 15. — Le Conseil dresse annuellement le budget des dépenses de l'association, et présente dans la session de Pâques le compte détaillé des recettes et dépenses de l'exercice écoulé. L'approbation de ces comptes, après examen de l'Assemblée, lui donne décharge.

Art. 16. — Les statuts ne pourront être modifiés que sur la proposition du Conseil, à la majorité des deux tiers des membres votants, et dans l'Assemblée générale de la session de Pâques.

Les modifications ne pourront être soumises au vote qu'après avoir été proposées dans une des sessions précédentes. Elles devront figurer à l'ordre du jour dans les convocations adressées à tous les membres de la Société.

Art. 17. — La devise et l'article 10 ne pourront jamais être modifiés.

En cas de dissolution, l'Assemblée générale, convoquée extraordinairement, statuera sur la destination des biens appartenant à l'association. Cette destination devra être conforme au but indiqué dans l'article 2.

DISPOSITIONS TRANSITOIRES.

La prochaine année sociale se terminera à la session principale de Pâques 1879. Elle comprendra en outre quatre sessions ordinaires : en janvier, avril, octobre 1878, et janvier 1879.

LES SÉPULTURES

DE L'AGE DU RENNE DE SOLUTRÉ.

La pittoresque vallée de Solutré (1), que de nombreux touristes visitent tous les ans pendant la belle saison, avait déjà charmé l'homme aux époques primitives. Ce fut un des premiers points habités de l'Europe occidentale. Dès l'âge du Grand Ours et du Mammouth, une peuplade vint y fixer sa résidence sur le flanc d'un côteau bien exposé en plein midi, pourvu de sources, et abrité des vents du nord par une magnifique falaise rocheuse. Les siècles s'écoulèrent. La falaise subit l'outrage du temps. Des débris s'en détachèrent et recouvrirent à la longue les restes de ce premier campement. Mais d'autres hommes survinrent plus tard qui s'établirent aux mêmes lieux. Ils y laissèrent comme les premiers les traces de leur passage qui furent enfouies à leur tour. Nous avons donc sur ce point intéressant une véritable Pompéi préhistorique, où la nature a méthodiquement classé les débris des générations qui y passèrent successivement.

(1) Canton de Mâcon (sud); Saône-et-Loire.

En d'autres termes, et pour nous servir de la langue géologique, le gisement de Solutré consiste en un talus d'éboulement formé au pied d'un escarpement bajocien par la désagrégation séculaire de la falaise jurassique. Sa section, comme celle de tous les éboulis, offre une succession de couches, se recouvrant les unes les autres, comme autant de calottes irrégulières, les plus anciennes à la base, les plus récentes par dessus.

Les couches supérieures, les seules qui aient fourni des ossements humains, sont caractérisées par une faune, par des débris archéologiques et de nombreux restes de foyers et d'habitations, que les archéologues sont convenus d'attribuer à la première époque du Renne.

Le premier âge du Renne correspond à l'une des dernières phases de l'époque quaternaire. Le renne prit alors dans l'Europe occidentale un développement extraordinaire. Le mammouth, le tigre des cavernes, l'ours étaient encore représentés dans la faune contemporaine.

Les ossements humains de cet âge sont très rares. On conçoit dès lors que les nombreuses sépultures retrouvées dans les couches de l'âge du Renne de l'éboulis de Solutré offrent une importance capitale au point de vue anthropologique. Aussi ont-elles appelé l'attention des savants les plus éminents dans cet ordre de recherches.

Ce n'est pas sans de longues et minutieuses discussions que furent établis l'âge et l'authenticité de ces sépultures. Aussi les éléments de la question se trouvent dispersés dans un assez grand nombre de publications spéciales difficiles à consulter. Pour permettre aux personnes qui s'intéressent à ces études de se faire une opinion, en pleine connaissance de cause, nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile de réunir ici tous les documents qui se rapportent à la découverte des sépultures de Solutré. C'est le meilleur moyen, croyons-nous, de répondre à des objections et à des doutes qui se produisent encore de la part de personnes mal informées et peu au courant de l'état de la question.

Nous n'avons pas à exposer les caractères archéologiques et paléontologiques des couches dites de l'âge du Renne. C'est une question élucidée. Nous nous bornerons à grouper les documents qui prouvent la contemporanéité de ces couches et des sépultures. Ce point établi nous résumerons les opinions émises touchant les caractères anthropologiques des débris humains qu'elles renfermaient.

Nous suivrons l'ordre chronologique de nos explorations. On verra comment la lumière s'est faite peu à peu dans notre esprit; comment notre conviction s'est établie lentement, sans parti pris, et par suite de quels tâtonnements inévitables en face d'un inconnu très complexe et de faits tout nouveaux, nous arrivâmes à saisir l'ensemble de la question. Nous tenons à donner ainsi la preuve que nous n'avons pas précipité notre jugement et que nous n'avons formulé nos conclusions qu'après les avoir soumises à des contrôles répétés.

I.

Nos premières fouilles dans les couches de l'âge du Renne ne nous livrèrent d'abord que des ossements humains peu importants; quelques phalanges, des dents, des os isolés, généralement fragmentés, dispersés au milieu des rebuts de cuisine, pêle-mêle avec des ossements d'animaux et des silex taillés. Rien ne pouvait alors nous donner la pensée que des sépultures avaient existé au milieu même des restes d'habitation et des foyers, et nous accueillîmes certaines idées qui avaient cours alors, comme une explication fort plausible des faits observés. Des observateurs sérieux signalaient dans plusieurs stations des faits analogues qu'ils considéraient comme des traces de cannibalisme. Il ne nous paraissait point inadmissible que les choses se fussent passées ainsi à Solutré. Mais il est plus probable que ces débris provenaient tout simplement de sépultures bouleversées, puisque nos fouilles ultérieures ont démontré l'existence de squelettes au milieu même des foyers.

Il existait, non loin de nos sondages, des sépultures entre des dalles brutes, dont les travaux agricoles avaient plus d'une fois révélé la présence. Fouillées pour la plupart et bouleversées depuis longtemps, elles semblaient ne nous promettre qu'un médiocre intérêt, et nous avions remis à plus tard leur examen détaillé. Nous les supposions d'un âge relativement moderne.

Ce n'est qu'en 1867 que M. de Ferry eut l'occasion d'étudier méthodiquement une de ces tombes conservée intacte. Un propriétaire de Solutré, M. Souchal, en défonçant une terre à vigne, contiguë au Crot-du-Charnier (1), notre point d'attaque, rencontra un caisson en dalles et un squelette dont il dispersa les ossements. Le crâne seul fut conservé et remis à M. de Ferry. Ce dernier s'empressa d'opérer des recherches dans le voisinage de cette tombe, et fut assez heureux pour en retrouver une seconde semblable à la première, vierge de toute profanation, qu'il explora lui-même avec soin. Il y recueillit un squelette complet, des ossements de renne et de cheval, ainsi que des silex taillés, trois couteaux, déposés aux côtés du mort. L'examen des dalles formant un caisson très bien clos, où la terre même n'avait pas pénétré, ne permettait pas de supposer que les os et les silex se fussent introduits dans la sépulture, par voie de glissement, postérieurement à l'époque de l'inhumation.

Le squelette complet et le crâne isolé furent soumis à M. le Dr Pruner-bey, qui venait de terminer l'étude des restes humains de Furfooz et de Bruniquel. Le savant anthropologiste crut reconnaître dans ceux de Solutré des caractères analogues; il les assimila les uns aux autres et les classa dans le groupe éthnique désigné par lui sous le nom de mongoloïde, dont il pensait reconnaître les traces

(1) On désigne dans le pays sous le nom de Crot-du-Charnier la partie du talus d'éboulement où les ossements, les débris de foyers et les sépultures sont le plus abondants. C'est là que nos fouilles ont commencé. Le Crot-du-Charnier est situé un peu au-dessus du village actuel de Solutré, au pied même de l'escarpement qui le domine au nord.

dans toute l'Europe occidentale, aux différentes époques de la pierre taillée.

Ce diagnostic confirma M. de Ferry dans l'opinion que les restes humains de la vigne Souchal étaient bien réellement de l'époque du Renne. Ils furent présentés comme tels au Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique, tenu à Paris en 1867.

J'ajouterai, avant d'aller plus loin, que ces deux sépultures en dalles sont les seules de cette espèce que nous ayons rencontrées, M. de Ferry et moi, pendant le cours de nos fouilles en collaboration. Si j'insiste sur ce point c'est qu'on a écrit le contraire, comme on le verra plus loin. J'ai dit qu'il en existait anciennement plusieurs autres dans les vignes voisines et le long du petit chemin qui monte du village de Solutré au Crot-du-Charnier; mais, violées depuis longtemps, elles ne nous ont fourni que des débris peu importants, une mandibule et les fragments d'un frontal très épais.

A quelque temps de là, le 4 novembre 1867, une tranchée ouverte par moi au bas du Crot-du-Charnier, mit à découvert un troisième individu. Le corps était étendu à $0^{m},50$ de profondeur sur une brèche à ossements de chevaux (1), qui règne en cet endroit sur un large espace. Les pieds, dirigés vers l'est, aboutissaient à un foyer de l'époque du Renne bien caractérisé. Des débris de renne, des os brûlés et des silex, moins abondants que dans le foyer proprement dit, se trouvaient çà et là en contact avec les ossements. Deux dalles brutes avaient été placées l'une à droite de la tête, l'autre au côté gauche. J'emportai le crâne, bien convaincu

(1) La brèche à ossements de chevaux forme une zone intermédiaire entre les foyers de l'âge du Renne et les strates les plus anciennes du gisement. Elle consiste en débris de cuisine où le cheval règne presque exclusivement, et représente une époque antérieure à l'âge du Renne proprement dit. On trouve parfois cette brèche en contact avec les foyers de l'âge du Renne, mais elle en est généralement séparée par une certaine épaisseur de terrain d'éboulement.

que je venais de découvrir une troisième sépulture de l'âge du Renne. Quant au reste du squelette, il fut malheureusement dispersé en mon absence, par suite d'une circonstance indépendante de ma volonté.

Le crâne et quelques os furent envoyés à M. Pruner-bey, qui me répondit que, vu ses caractères et son état de conservation, ce crâne devait être celtique et au plus de l'époque de la pierre polie.

Le diagnostic du Dr Pruner-bey ébranla mes convictions sur l'âge du squelette que je venais de trouver, et mes doutes s'accrurent par la réflexion. Cette nouvelle sépulture n'offrait aucune analogie avec les premières. Une tombe en dalles, sous la forme d'un caisson rectangulaire, était alors à mes yeux le vrai type des sépultures de l'âge du Renne à Solutré. Je dus en conclure que la présence du dernier squelette auprès d'un foyer, au milieu de débris de renne et de silex, devait être purement accidentelle, qu'il y avait eu remaniement, qu'enfin l'inhumation était très vraisemblablement postérieure à l'âge du Renne. J'avais rencontré peu de jours auparavant, dans des foyers qui me paraissaient remaniés, de la poterie d'aspect néolithique. Les hommes de l'âge de la pierre polie avaient donc probablement passé par là. Quoi d'étonnant alors que le hasard m'y ait fait retrouver une de leurs sépultures accidentellement en contact avec un foyer de l'âge du Renne? M. de Ferry inclinait dans le même sens.

On trouve la trace de cette manière de voir dans un travail lu par lui à l'Académie de Mâcon le 30 janvier 1868, sous le titre : L'*homme préhistorique en Mâconnais*.

« A quelques pas des restes des antiques agapes, dit-il, et au delà des mystérieux et épais magmas d'os de chevaux légèrement brûlés, puis brisés, broyés, triturés intentionnellement, sur lesquels reposaient des *squelettes celtiques*, etc.(1). »

M. de Ferry ne parlait même plus du foyer qui accompa-

(1) *Annales de l'Académie de Mâcon*, t. VIII, p. 273.

gnait mon prétendu Celte : c'est qu'en effet nous avions retrouvé non loin de là en continuant nos fouilles, plusieurs squelettes étendus simplement sur le lit de magma d'os de chevaux. Confiants dans le diagnostic de M. Pruner-bey, et pensant que nous avions réellement affaire à des sépultures relativement modernes, accidentellement en contact avec des couches plus anciennes, nous les avions classées dans un même groupe présumé celtique.

J'avais fait paraître au mois de janvier de la même année, dans la *Revue du Lyonnais*, un article sur la Station de Solutré, où la question des sépultures était traitée sous la même impression.

« Le type celtique pur, disais-je, s'est encore révélé accidentellement à la Station de Solutré, dans d'autres circonstances. Certains foyers de l'âge du Renne paraissaient avoir subi des remaniements. Les dalles étaient enlevées et les débris de cuisine dispersés dans le terrain supérieur (1). De plus nous avions trouvé dans ces foyers remaniés des fragments de poterie grossière, analogue aux poteries des stations de la pierre polie des bords de la Saône. Or je découvris précisément sur un de ces foyers remaniés une sépulture dont les ossements communiqués à M. le Dr Pruner-bey furent reconnus pour offrir le type celtique de l'époque de la pierre polie. Les remaniements et l'introduction accidentelle des poteries étaient expliqués par ce fait. »

M. de Mortillet voulut bien rendre compte de ma note sur Solutré dans la Revue qu'il dirigeait alors : *Matériaux pour l'histoire primitive et philosophique de l'homme*. Les tombes en dalles, découvertes par M. de Ferry, lui inspiraient des doutes qu'il exprimait ainsi :

(1) Nos foyers non remaniés de l'âge du Renne consistent en amas circulaires, d'épaisseur et de diamètre variables, composés de cendres, d'os d'animaux brûlés et fragmentés, de silex taillés de toute espèce, lances, flèches, couteaux, grattoirs, etc. Quand on opère une coupe dans un de ces amas, on remarque que les couches cendreuses reposent sur des dalles en pierre qui ont dû servir d'âtre. Parfois aussi le foyer est recouvert par des dalles semblables.

« Les tombes de Solutré sont-elles de l'époque du Renne?

» Oui, dit-on, puisqu'elles contenaient des ossements de renne fragmentés et des silex. Mais ces ossements et ces silex ne peuvent-ils pas être antérieurs et provenir du sol dans lequel on a creusé et établi les tombes?

» Les os humains, de cheval et de renne, ont atteint le même degré de décomposition et sont recouverts des mêmes incrustations. C'est une forte présomption de contemporanéité; mais d'une part les os sont à un degré de décomposition qui peut se produire très rapidement, puis ne plus varier; d'autre part, l'incrustation calcaire est très faible et ne demande pas longtemps à se former. Mais à quelle époque s'est-elle produite?

» Reste la détermination anthropologique. Faite par un maître aussi fort que M. Pruner-bey, je ne la mets pas en doute. Seulement, puisque des hommes se rattachant à la race mongole devaient vivre à Solutré pendant l'époque du Renne, pourquoi n'en serait-il pas resté dans le pays, et pourquoi les tombes ne contiendraient-elles pas les corps de de ces derniers?

» En résumé il peut être très probable que les tombes de Solutré appartiennent à l'époque du Renne, mais cela ne paraît pas certain. Je crois même que M. de Ferry a partagé longtemps ces doutes » (1).

Nous eûmes en effet pendant longtemps des doutes sur ces tombes en dalles, que nous connaissions bien avant la trouvaille du sieur Souchal et que nous pensions appartenir, de même que les ossements de chevaux, à des temps très modernes. M. de Ferry les avait mentionnées, en s'abstenant de tout commentaire, dans un premier travail daté de 1867 : « Il y a eu là, écrivait-il, depuis les époques historiques et plus spécialement au moyen-âge, un grand nombre de chevaux enterrés. On y a enseveli également des êtres humains dans des tombes faites grossièrement en pierres plates où les squelettes reposaient sur un lit d'os brûlés (2). » Les doutes

(1) *Matériaux*, février 1868, p. 36.

(2) *L'ancienneté de l'homme en Mâconnais*, broch. 4°, Gray, 1867, p. 13.

de M. de Ferry ne cessèrent qu'après l'exploration d'une de ces tombes retrouvée parfaitement intacte. Quant aux ossements de chevaux qu'on attribuait dans le pays aux guerres du moyen-âge, nous n'apprîmes que plus tard, par l'étude stratigraphique de l'éboulis, qu'ils étaient certainement antérieurs aux foyers de l'âge du Renne. Cela montre avec quelle circonspection il faut accueillir certaines traditions locales.

Les observations de M. de Mortillet provoquèrent, de la part de M. de Ferry, des explications développées dans une lettre au savant directeur des *Matériaux* et que voici :

« M. Arcelin vient de me communiquer le compte rendu que vous avez donné de sa brochure sur l'homme quaternaire de Solutré, dans lequel vous discutez l'âge des types mongoloïdes trouvés par moi au Crot-du-Charnier, et où vous émettez l'opinion qu'ils pourraient bien être de date plus récente que les foyers et les accumulations de débris de cuisine de l'âge du Renne. Permettez-moi donc de vous fournir quelques explications :

» Il existe à Solutré deux gisements bien distincts où l'on rencontre des sépultures :

» 1° Celui du Crot-du-Charnier, où les tombes sont contiguës aux débris de cuisine de l'âge du Renne.

» 2° Celui du sommet de la Roche, sous l'emplacement du vieux château.

» Gisement du Crot-du-Charnier : ce gisement se compose d'anciens foyers presque tous contigus souvent superposés et d'amas de rebuts de cuisine où l'on trouve pêle-mêle une immense quantité d'os et de débris de renne, de cheval, d'éléphant, quelques débris humains, notamment des phalanges, ainsi que des quantités de silex ouvrés entiers ou non, des os travaillés, des objets d'art ou même de simple curiosité. Ces amas qui descendent parfois jusqu'à 2^m de profondeur, sont remplacés tout à coup, d'un côté, par d'épais magmas consistant exclusivement en ossements de chevaux brisés intentionnellement et légèrement calcinés, qui ont formé une espèce de béton extrêmement résistant. Au-dessus de ces

magmas ainsi que dans la terre qui recouvre maintenant les foyers dont la partie supérieure est remaniée, M. Arcelin d'abord et moi ensuite, nous avons rencontré à plusieurs reprises des squelettes enfouis au hasard dans le sol même. Leurs crânes, recueillis par M. Arcelin, ont été soumis à l'appréciation de M. le Dr Pruner-bey, qui les a considérés comme présentant le facies Celte de l'époque de la pierre polie, et comme pour corroborer l'habile diagnostic du savant observateur, j'ai recueilli quelques semaines après, aux côtés de l'un d'eux, un fragment de poterie d'apparence toute néolithique. Mais l'état actuel des ossements ne ressemble en rien à celui des débris humains trouvés dans les Kjoekkenmoeddings (1) de Solutré. Ils sont beaucoup plus résistants et ont des dimensions plus considérables. Je note dès à présent ce fait qui peut avoir sa valeur, comme vous allez le voir (2).

» Au sud-ouest des débris de cuisine et des magmas, et tout à côté d'eux, existaient des tombeaux en dalles brutes dont il est impossible de conjecturer le nombre primitif, et dont les derniers ont été saccagés il y a quelques années ou même seulement dans ces derniers temps. J'ai pu même constater une demi douzaine de ces tombes : mais, à l'exception d'une seule, elles avaient toutes été ouvertes et leurs ossements étaient dispersés. Cependant tous les restes qui en proviennent appartiennent sans exception aux vieux types mongoloïdes de l'âge du renne. Une d'elles que l'on avait brisée pour planter un noyer, a fourni à M. Arcelin, un maxillaire inférieur du type mongoloïde; une autre m'a donné des fragments d'un frontal épais de neuf millimètres, également mongoloïde d'après M. Pruner-bey; une troisième enfin, un beau crâne lapon entier, etc. Restait la sépulture intacte que

(1) Nom donné par les archéologues danois aux amas de rebuts de cuisine préhistoriques.

(2) Ce caractère n'a pas l'importance que lui prêtait alors M. de Ferry. Le degré de conservation et de résistance des os dépend beaucoup de la profondeur de la sépulture, de l'âge, du sexe de l'individu et de la nature du sol environnant.

j'ai fouillée avec le plus grand soin. Elle renfermait le squelette entier d'une femme de race finnoise, à côté de laquelle se trouvaient trois coûteaux en silex, puis quelques os de cheval et de renne. L'intérieur de ce tombeau était en partie vide, car les dalles étaient bien jointes, et il me semble impossible que les fragments de tibias et les calcanéums de cheval et de renne que j'en ai exhumés aient pu s'introduire après coup par les fissures. A la rigueur les coûteaux en silex ont pu passer, mais ils étaient tout neufs et il est au moins remarquable qu'ils se soient trouvés réunis ensemble, ce que je n'ai jamais vu, même dans les foyers. Le corps lui-même reposait sur un lit cendreux épais de 20 centimètres environ, tout rempli de petites esquilles d'os de chevaux pilés et brûlés : mais cette couche funéraire ne renfermait aucun débris aussi gros que les os rencontrés le long des fémurs de la femme finnoise. J'ajouterai enfin que des dalles semblables à celles de ces tombes sont très communes dans les foyers de l'âge du renne ; que le lapon et les autres squelettes mongoloïdes avaient été également placés sur des esquilles brûlées : que la friabilité et les dimensions des os de ces tombeaux sont exactement les mêmes que celles des débris humains épars dans les rebuts de cuisine, tandis qu'ils diffèrent notablement des ossements celtiques qui paraissent beaucoup plus récents et plus solides quoique plus exposés : que ces sépultures commencent justement là où les foyers et les magmas finissent et qu'au dessous d'elles on ne rencontre plus que le sol vierge. Pourquoi donc l'homme lui-même manquerait-il à la place qu'il a si longtemps fréquentée et où les reliefs de ses festins sont dans un si bel état de conservation? »

M. de Mortillet faisait suivre cette lettre de réflexions que je dois reproduire.

« Pour démontrer que les sépultures de Solutré sont bien de l'époque du Renne, M. de Ferry s'est surtout appuyé sur l'argument anthropologique. Il dit : Les crânes de ces sépultures sont mongoloïdes, donc ils appartiennent bien à

l'époque du Renne. Malheureusement nous ne possédons encore que bien peu de documents concernant l'homme de cette époque; nous n'avons pas dix pièces, la plupart incomplètes. C'est peu, bien peu, trop peu pour établir d'une manière générale et certaine le type humain d'une aussi longue époque, réparti sur une fort grande étendue de pays. Et puis, n'y a-t-il pas pétition de principe, puisque M. Pruner-bey, dans sa savante communication au congrès préhistorique de Paris, s'est surtout appuyé sur les crânes de Solutré pour établir que l'homme de l'époque du Renne devait appartenir à la race mongole?

» Reste l'argument archéologique, le seul qui puisse et doive être invoqué en cette circonstance. Les détails si précis que donne M. de Ferry, sur la tombe qu'il a fouillée feraient bien croire que cette tombe est de l'époque du Renne, s'il n'y avait la caisse en dalles. On n'en a trouvé nulle autre part dans les stations de l'époque du Renne, tandis qu'elles sont fréquentes dans les cimetières d'époques bien plus récentes. Les dalles de la tombe fouillée par M. de Ferry étaient si bien jointes que l'intérieur se trouvait encore en partie vide. Ce résultat n'a pu s'obtenir qu'au moyen de l'équarrissage ou taille des matériaux. On aurait donc déjà taillé le moellon à Solutré à l'époque du Renne, tandis que, dans les autres stations, même les mieux abritées, on n'a pas rencontré la moindre trace de construction.

» Quant à l'emploi des mêmes dalles pour les foyers et les tombes, c'est un fait tout naturel, puisque ces dalles font partie de la pierre du pays et sont encore employées de nos jours. »

Comme complément à cette note, M. de Mortillet citait un passage d'une lettre de M. l'abbé Bourgeois, datée de Pontlevoy, le 20 mars 1868 :

« J'ai envoyé à M. Pruner-bey un crâne de race finnoise, mérovingien pour l'époque. Ce crâne présente les mêmes formes que le crâne que M. de Ferry attribue à l'époque du Renne, et cette particularité d'avoir, comme le crâne appar-

tenant à M. de Ferry, cinq incisives à la mâchoire supérieure.

» Le fait est d'autant plus important, ajoutait M. de Mortillet, qu'à l'époque mérovingienne, qui correspond à l'époque burgonde, on enterrait fréquemment dans des tombes creusées dans le roc ou bien en dalles (1). »

Le savant conservateur du musée de Saint-Germain avait raison. Étant donné l'état peu avancé de la science, nous faisions, M. de Ferry et moi, la part trop large aux conclusions anthropologiques touchant la question d'âge. C'était à l'archéologie seule, dégagée de toute autre influence, qu'il appartenait de résoudre le problème de l'âge des sépultures. Nous le comprîmes plus tard, et nous rendîmes aux faits archéologiques toute la valeur qu'ils devaient avoir.

Mais n'anticipons pas et revenons à la lettre de M. de Ferry et à la réponse de Mortillet, lesquelles furent suivies d'une note explicative, insérée également dans les *Matériaux* et ainsi conçue :

« A propos de l'âge des sépultures de Solutré, à propos de l'objection que j'ai faite concernant les dalles taillées ou équarries, M. de Ferry m'a écrit (Bussières-les-Milly, 10 avril 1868) : « que le pays fournit naturellement des dalles parallélogrammiques que l'on peut facilement soulever et détacher seulement à l'aide d'un morceau de bois un peu fort. Les hommes de l'époque du Renne se sont servis de ces dalles pour leurs foyers. Or ces dalles brutes des foyers sont les mêmes que celles employées pour les sépultures, seulement ces dernières ont été mieux choisies ou grossièrement rectifiées. Rapprochées bout à bout, soit comme galandages latéraux, soit comme couvertes, ces dalles se joignent bien quelquefois, mais, dans le cas contraire où elles laissent entre elles des vides de quelque importance, ceux-ci sont bouchés par des dalles adventices. Vous vous tromperiez grandement si vous aviez pu induire des explications de ma

(1) *Matériaux*, etc., mars 1868, p. 107 et suiv.

lettre précédente, sans doute trop imparfaites, que les dalles dont je vous ai parlé dénotent *un certain fini*. Elles ne portent, au contraire, aucune trace de travail, sinon celui d'un équarrissage des plus grossiers, qui peut être obtenu du reste en quelques minutes, par un choc sur une autre pierre, la pièce à équarrir servant en ce cas d'instrument contondant (1). »

Ainsi tombait une des principales objections de M. de Mortillet.

II.

Quoi qu'il en soit, bien persuadés que des faits valent mieux que des raisonnements, nous poursuivîmes nos travaux d'exploration. Nous rencontrâmes d'abord quelques squelettes soi-disant celtiques dans des circonstances analogues à celles où j'avais trouvé mon premier squelette du mois de novembre 1867 et nous n'y attachâmes pas d'importance, à cause de l'incertitude de leur âge. Mais dans le courant de mai 1868, nos sondages nous donnèrent les résultats les plus imprévus et les plus intéressants.

A la date du 5 juin 1868, j'écrivais à M. de Mortillet :

« Quelques foyers, vous le savez, nous avaient fourni déjà dans nos premières fouilles des débris humains plus ou moins fragmentés. Mais voici qu'en dirigeant nos recherches vers le sommet du tertre dont nous n'avons encore exploré que la base, nous venons de rencontrer un véritable cimetière renfermant des hommes, des femmes et beaucoup d'enfants. La plupart appartiennent au type mongoloïde; nous n'avons accidentellement rencontré que deux ou trois crânes celtiques, qui pourraient bien, vu leur meilleur état de conservation, n'être pas du même âge que les autres. Or tous ces squelettes reposent invariablement sur des foyers de l'âge du Renne, au milieu même de la cendre et des

(1) *Matériaux*, etc., avril 1868, p. 154.

débris. Il est bien à remarquer que le niveau des foyers est très variable; tantôt on les rencontre à plus de 2^m de profondeur; tantôt à moins de $0^m,50$. Les sépultures suivent ces oscillations de niveau. D'où cela provient-il? Est-ce un effet du hasard? Y a-t-il au contraire une relation intentionnelle entre les sépultures et les foyers? Je vous livre le fait tel qu'il est sans oser conclure. Mais je ne vous cache pas que je suis très porté à voir là les sépultures de la tribu de l'âge du Renne. Car, après tout, elles doivent être quelque part. Il est vrai que nous ne trouvons plus les dalles des premières tombes. Mais n'y aurait-il pas eu deux modes de sépulture? »

Telles furent nos impressions à la rencontre des premières sépultures sur foyer. Nous suspendîmes notre jugement jusqu'à ce que des faits répétés nous eussent imposé la conviction que ces squelettes sur foyer étaient réellement de l'âge du Renne. Un grand nombre de sépultures retrouvées pendant les mois de juin et de juillet 1868 nous permirent de conclure, de fixer les caractères distinctifs auxquels nous devions reconnaître désormais les tombes de l'âge du Renne. Aucune observation, aucun fait ne venait démentir ces premiers résultats.

Dès lors nous sentîmes la nécessité d'amener des témoins sur les lieux, de provoquer un contrôle sérieux et impartial de nos travaux, de nous éclairer enfin des lumières et des conseils d'hommes expérimentés. Nous adressâmes à M. de Mortillet, un de nos contradicteurs, un appel pressant. Nous attachions d'autant plus de prix à son témoignage, qu'il y avait antagonisme entre lui et nous.

Il vint visiter Solutré au mois d'août et, au retour de son excursion, il écrivit dans les *Matériaux* :

« Dans le milieu d'août 1868, j'ai visité la station de Solutré, en compagnie de MM. de Ferry et Arcelin, et je dois dire que, sur le terrain, ils m'ont entièrement gagné à leur cause, pour ce qui concerne la date des sépultures qu'ils ont découvertes. Je reviendrai sur cet important sujet dès

que M. de Ferry aura publié le résumé et le résultat de ses recherches (1). »

Cette publication ne se fit pas attendre. Nous étions en possession de faits suffisamment établis, pour les livrer à l'examen et à l'étude critique des hommes compétents. Un premier mémoire, rédigé en collaboration par M. de Ferry et par moi fut adressé au Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique qui se tenait cette année là en Angleterre, à Norwich.

Il n'est pas inutile, je crois, de reproduire ici intégralement tout ce qui avait rapport aux sépultures :

« Les sépultures du Crot-du-Charnier sont groupées sur l'espace occupé tant par les foyers que par les amas de chevaux. Toute la partie orientale du monticule, où cessent les différents amas, en est absolument privée.

» Elles peuvent se diviser en deux catégories : 1° les sépultures en dalles brutes ; 2° les sépultures dans la terre libre. Elles sont en outre réparties ainsi qu'il suit : les premières, soit sur les amas de débris de chevaux, soit dans le sous-sol ordinaire ; les secondes, soit également sur les débris de chevaux, soit sur les foyers, soit enfin encore dans le sous-sol ordinaire. Un certain nombre d'entre elles ont dû être violées à une époque qu'il est assez difficile de déterminer, car on rencontre soit des tombes qui n'ont conservé que des restes insignifiants soit des os humains épars dans la couche la plus superficielle du terrain. Aucune de ces sépultures n'a une orientation déterminée, et la position des cadavres paraît abandonnée à la pente et aux accidents du terrain. Elles gisent comme les foyers et les amas de chevaux, à des profondeurs inégales.

» Nous n'avons pas à revenir sur les sépultures en dalles brutes dont nous avons eu déjà l'occasion de parler ailleurs avec détail. Rappelons seulement que l'une d'elles, retrouvée intacte et explorée par l'un de nous, se présentait sous la

(1) *Matériaux*, etc., juillet et août 1868, p. 274.

forme d'un caisson rectangulaire bien joint et bien fermé quoique en dalles non équarries, établi sur le magma de cheval. La squelette qui était celui d'une femme finnoise, reposait étendu sur des os brûlés et pilés. Il avait à ses côtés des os de cheval et de renne et trois couteaux de silex.

» Les sépultures gisant dans la terre libre du sous-sol ordinaire sont plus ou moins dispersées, du moins dans l'état de choses actuel. Quelques-unes paraissent avoir été recouvertes intentionnellement de pierres amoncelées, sans cependant qu'il soit possible de le démontrer complétement. Quelques-unes présentent une lave (1) ou une pierre brute de petite dimension, dressée souterrainement à côté du squelette soit à la tête, soit aux pieds, soit simplement aux côtés. Enfin presque toutes sont accompagnées de débris d'os de renne ou de cheval associés, quelques-uns carbonisés, et de silex, y compris celles (dont le nombre est très restreint) qui, placées sur l'extrême limite des foyers et des amas de chevaux, ne semblent plus recouvertes que par la terre vierge pure.

» Enfin les sépultures établies sur des foyers offrent, comme on va le voir, beaucoup plus d'intérêt. Elles sont réunies en grand nombre et de manière à se toucher presque toutes, sur l'emplacement même des accumulations de débris de cuisine. La plupart des foyers supportent un ou plusieurs squelettes, dont la profondeur est en relation directe et constante avec la profondeur du foyer lui-même. Quelques-uns de ces squelettes sont même complétement dans les foyers. Si par exemple le foyer commence à $0^m,60$ de la surface actuelle, le squelette est à cette profondeur; si le mort est à $1^m,50$ ou $1^m,60$, le foyer alors n'apparaît qu'à ce niveau. Les individus se trouvent placés tantôt dans l'axe d'un foyer lui-même, tantôt par côté. Ils reposent sur le dos, les jambes étendues et les bras rapprochés du corps. Un cadavre pourtant a fait exception à cette règle; car déposé à côté d'un

(1) C'est le nom que l'on donne dans le pays aux dalles en pierre.

foyer, il avait le bras gauche étendu sur celui-ci, faisant ainsi un angle droit avec le reste du corps. Il résulte de la position même des squelettes sur des foyers ou des amas de débris plus ou moins coniques, que les corps ne sont jamais dans une position horizontale, mais inclinés à droite ou à gauche, les pieds ou la tête plus haut ou plus bas, comme s'ils avaient glissé sur d'anciennes déclivités.

» Les squelettes sont le plus souvent intacts, complets; tous les os se présentent dans leur ordre régulier, mais quelquefois brisés ou écrasés par le poids du terrain. A part ces accidents, leur conservation est parfaite. Cependant, comme nous l'avons dit, quelques sépultures avaient été antérieurement violées. De plus un cadavre, bien entier d'ailleurs, et ne paraissant avoir été aucunement dérangé, normalement étendu sur un foyer, était privé de sa tête.

» Si les squelettes sont entiers et exempts de profanations, en revanche un assez grand nombre d'os paraissent avoir subi l'action d'une certaine chaleur. Ils présentent, comme les débris de chevaux des magmas, des taches bleuâtres, blanchissent rapidement, happent fortement à la langue et sont couverts de petites papilles, d'esquilles et d'excroissances, qui ont paru au Dr Pruner-bey, pouvoir provenir « d'une chaleur d'ailleurs peu intense. »

» Enfin, ce qui n'est pas moins digne de remarque, la grandeur et l'importance des amas de débris de cuisine ou de foyers sont en quelque sorte en rapport soit avec le nombre des débris humains qui les couronnent, soit avec l'âge des individus enfouis. Ainsi, aux grands foyers en général, les vieillards, les hommes faits ou les femmes, et aux petits foyers les enfants. Dernièrement, l'un de nous, fouillant un endroit où il y avait discontinuité de foyers, tomba tout à coup sur un tout petit foyer, presque exclusivement composé d'os de cheval, avec une grande quantité de lames de silex, sur lequel reposait un petit corps d'enfant, pourvu encore de ses dents de lait. Quelques jours après nous découvrîmes encore un nouveau squelette d'enfant, du même âge. Cette

fois le terrain sous-jacent ne contenait que quelques débris d'os brûlés indéterminables.

» Comme nous l'avons dit, il y a dans ce vaste ossuaire des individus de tout âge et de tout sexe. Mais les vieillards et les enfants paraissent dominer. Le nombre total des individus que nous avons pu reconnaître s'élève actuellement (juillet 1868) à 50; chiffre qui, hâtons-nous de le reconnaître, ne représente certainement qu'une petite partie des anciennes inhumations, attendu que les débris de rennes et de chevaux se prolongeaient autrefois bien au-delà du cercle possible de nos investigations, dans les vignes environnantes où l'on a signalé aussi des sépultures détruites depuis longtemps.

» Observons encore que, malgré tous nos soins à recueillir et à examiner les plus minimes débris de cette nécropole, nous n'avons jamais trouvé dans ses profondeurs autre chose que des ossements, des pierres dures de nature diverse, des os travaillés, quelques fragments de poterie et enfin des armes ou instruments en silex, accusant un style uniforme, une même époque. Rien d'étranger, d'anormal, pas un morceau de métal ne s'y est rencontré. Cependant, il faut remarquer que vers la partie nord du tertre, la plus rapprochée de la base de l'escarpement, les sépultures sont pour ainsi dire à la surface du sol, comme si le terrain de recouvrement avait été enlevé. Dans ce cas la plupart des squelettes sont bouleversés, leurs débris mêlés à des objets étrangers plus modernes, tels que des briques, par exemple. Il y a eu sur ce point remaniement postérieur. »

Nous ajoutions un peu plus loin en cherchant à établir l'enchaînement et le rapport des faits observés :

« Les sépultures sont, avons-nous dit, de trois sortes : occupons-nous d'abord des sépultures entre dalles brutes. Nous les avons considérées comme contemporaines des foyers et nous avons, dans des mémoires antérieurs, développé l'ensemble des preuves qui militent en faveur de cette opinion...

» Viennent ensuite les sépultures sur les foyers. Nous

avons établi précédemment : 1° que les squelettes sont invariablement étendus sur les foyers non remaniés quelle que soit la profondeur de ces foyers. — Il serait étrange qu'à une époque postérieure et après l'enfouissement des foyers, on se soit fait en quelque sorte une loi d'enterrer par dessus ces foyers et de creuser les fosses d'inhumation jusqu'à leur rencontre, de façon que, certains corps reposant presque à la surface, d'autres se trouvassent enfouis à deux mètres de profondeur. — 2° Qu'un grand nombre d'os des squelettes portent des traces de brûlures. — Ce fait vaut une étiquette et prouve d'une façon irréfutable que les corps ont été déposés sur les foyers mal éteints ou au moins encore chauds, avant leur enfouissement par conséquent; ce qui indique en même temps la cause de cet enfouissement et la raison de ce terrain rapporté. Il fallait bien recouvrir et protéger les morts dans leur dernier sommeil. — 3° Que les types sont tous mongoloïdes, identiques pour un certain nombre à ceux des dalles brutes, et présentent le même degré d'altération, les mêmes incrustations calcaires, le même aspect blanchâtre, crayeux des os. La raison à tirer de cela est que les sépultures des foyers sont contemporaines des foyers et contiennent des ossements identiques à ceux des sépultures en dalles.

» Il en est de même des sépultures qui ont été faites simplement dans le terrain libre. Elles ont donné des types identiques aux premiers, et si l'on observe que *nous avons toujours trouvé, étendu sous le cadavre, comme un petit lit d'os ou de charbon lui formant une chape funèbre,* on n'hésitera pas à les assimiler aux autres et à considérer la nécropole du Crot-du-Charnier comme parfaitement homogène. Quand les sépultures ne sont ni sur le magma de cheval, ni sur les débris de cuisine, mais simplement dans la terre libre, le mort repose toujours sur un lit cendreux qui le périmètre exactement. A l'entour et au-dessous règne la terre vierge. Ce qui prouve bien que les squelettes et la chape cendreuse sont du même temps, parce que cette relation de niveaux si constante ne peut pas être accidentelle.

Ici comme ailleurs, les os portent toujours des traces de brûlures, comme si le corps avait été déposé sur un petit foyer allumé à son intention. En un mot, nous concluons sous la dictée des faits que foyers, amas de débris de cuisine ou d'ossements de cheval, sépultures en dalles brutes sur des foyers ou dans le terrain libre, sont unis par un lien intime incontestable. »

Enfin au chapitre des conclusions nous établissions des rapprochements entre ce qui se passait à Solutré et ce que l'on avait observé dans d'autres stations :

« Nos foyers funéraires ne peuvent donner lieu à aucune hésitation. En beaucoup d'autres stations, on les a retrouvés plus ou moins bien caractérisés. «Dans la dernière sépulture humaine, fouillée aux Eyzies par mon fils, nous écrivait dernièrement M. Ed. Lartet, il se trouvait, au-dessous, plusieurs foyers superposés, avec débris de cuisine. » Les ossements humains découverts par M. Brun au gisement de La Faye (Bruniquel) se sont présentés dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire entre des foyers et au milieu de débris de cuisine (1). »

Nous citions ensuite les sépultures sur foyers des grottes d'Aurignac et de Furfooz. Mais il a été démontré depuis qu'elles appartiennent à une époque plus récente. Laissons-les donc de côté. En revanche nous pouvons invoquer maintenant le témoignage de M. le Dr Rivière qui, dans les grottes de Menton, a constaté un mode de sépulture identique au nôtre et se rapportant à peu près à la même époque. C'est aussi ce qui a été observé par M. Louis Lartet en 1874, dans la grotte de Duruthy, à Sorde (Basses-Pyrénées); par M. Massénat, à Laugerie-Basse; par M. Émile Cartailhac, à Laugerie-Haute (Dordogne).

(1) Voir pour les citations ci-dessus : *International Congress of Prehistoric Archeology*, third session 1868, p. 317; et aussi : *Annales de l'Académie de Mâcon*, t. VIII, p. 450 et suiv.

III.

La suite de nos fouilles avait éclairé, comme on le voit, la question d'un jour nouveau. Ce que nous avions pris d'abord pour un fait accidentel, était devenu la règle. Aussi me parut-il prudent de revoir avec soin ce qui concernait le soi-disant squelette celtique, découvert le 14 novembre 1867. Je relus mes notes, j'étudiai de nouveau le relevé que j'avais fait des coupes du terrain; bref j'acquis la certitude que ce squelette avait été rencontré dans les mêmes circonstances que les autres sépultures sur foyer, et que les traces de remaniement que j'avais cru observer sous l'impression des conclusions du Dr Pruner-bey, étaient plus apparentes que réelles. Le squelette reposait en effet, non pas sur le foyer mais à côté du foyer, comme cela est arrivé souvent, au milieu par conséquent de débris moins abondants que s'il avait été couché sur le foyer même. C'est cette particularité qui m'avait fait croire à un remaniement.

Il arriva qu'à la même époque, et pour de tout autres causes, M. Pruner-bey modifia lui-même son premier diagnostic. Les études des crânes récemment découverts aux Eyzies, à Crô-Magnon, par M. Louis Lartet, crânes parfaitement authentiques, lui avait fourni des vues toutes nouvelles sur les caractères généraux de la race mongoloïde.

« Un point reste en litige, m'écrivait-il à la date du 21 juillet; c'est le crâne que vous m'avez communiqué en novembre dernier et que j'ai donné pour celtique. Je viens d'en relire la description et les mesures, et je trouve à la fin de mes notes, comme résumé : *Crâne celtique modifié par l'oblitération précoce des sutures.* Et en effet, ce crâne présente une enflure des tempes, des arcs zygomatiques et partant une largeur de face, qui certes ne sont point celtiques. De plus le menton carré et un peu saillant se rencontre aussi sur des crânes finnois. Ce qui m'influença beaucoup pour le placer parmi les Celtes, ce fut le nez osseux et la forme des

orbites. Mais, l'homme des Eyzies a un nez très saillant, et les orbites du Finnois ne s'écartent guère de la forme que nous voyons sur ce crâne présumé celtique. Est-ce un métis entre l'homme des Eyzies et le Finnois, qui vivaient là ensemble à Solutré?... Je m'arrête en disant : Dieu le sait! mais avec votre secours nous arriverons peu à peu aussi à une détermination de ce crâne litigieux et en tout cas normal. »

Tout bien examiné, nous conclûmes, M. de Ferry et moi, qu'il n'y avait pas lieu de séparer ce document de notre série de l'âge du Renne.

Qu'on me pardonne tous ces détails; mais ils me paraissent nécessaires pour montrer que nos conclusions furent établies sans aucun parti pris à la seule lumière des faits minutieusement étudiés.

IV.

Jusque-là aucun indice positif ne nous avait conduits à penser que la station avait subi des remaniements profonds.

A l'exception d'une sépulture, située tout à fait au sommet du tertre et appartenant à n'en pas douter aux temps historiques, probablement à l'époque burgonde, nous ne pensions pas avoir rencontré d'autres tombes que celles de l'âge du Renne. Un fragment de cette poterie d'aspect néolithique qui nous avait inspiré des soupçons s'étant retrouvé dans un foyer non remanié, nous avions pensé que la poterie pouvait être connue à Solutré dès l'âge du Renne. Plus tard nous dûmes renoncer à cette opinion : trois ou quatre fragments de poterie retrouvés dans le cours de huit années ne prouvent rien, et il ne manque pas de moyens d'expliquer comment un tesson a pu naturellement glisser dans le sol jusqu'au milieu d'un ancien foyer. Il est certain que, si la poterie avait été employée à l'époque du Renne, on en trouverait de nombreux débris, ce qui n'est pas.

Il arriva sur ces entrefaites que nous rencontrâmes des sépultures purement et simplement établies dans la terre libre

avec des traces de foyer si douteuses, que nous n'étions réellement pas certains d'être en droit de les considérer comme étant de l'âge du Renne. D'un autre côté M. le Dr Prunerbey nous demandait des éléments pour compléter un mémoire destiné à figurer à la suite d'un ouvrage de M. de Ferry, sur les antiquités préhistoriques du Mâconnais, en voie de préparation (1).

Nous crûmes devoir agir en cette occasion avec la plus grande circonspection. Nous tenions pour certain que les sépultures sur des foyers ou dans des foyers non remaniés, avec ossements et silex caractéristiques, étaient de l'âge du Renne. Mais que penser de ces foyers en apparence remaniés ou mal caractérisés dont je viens de parler? N'y avait-il pas là une cause d'erreur possible? Pour éviter toute méprise, nous ne livrâmes comme authentiques, que les ossements humains recueillis sur des foyers non douteux, toujours faciles à reconnaître. Nous nous exposions ainsi à éliminer de bons documents; mais mieux valait nous priver de quelques pièces que d'introduire dans la question des éléments erronés. Un foyer soi-disant remanié peut en effet l'avoir été dès l'époque du Renne, et nous avons pu prendre pour des remaniements modernes ce qui était dû à une certaine disposition particulière. Quant aux foyers que nous avons appelés les foyers non remaniés, ils ne peuvent donner lieu à aucune hésitation. Là les couches cendreuses et charbonneuses sont compactes, homogènes. Elles sont nettement interrompues au contact du sol de recouvrement dans lequel les débris de foyer font défaut; les dalles ordinaires sont à leur place normale; en un mot tout atteste qu'aucune main étrangère n'est venue modifier l'état du dépôt, depuis le jour où les derniers tisons s'éteignirent dans l'âtre. Avec la pratique que nous avions du terrain nous opérions à coup sûr, et nos

(1) Cet ouvrage a été publié après la mort de M. de Ferry sous le titre : *Le Mâconnais préhistorique*; Paris; Reinwald; un vol. in-4° avec atlas; 1870.

ouvriers eux-mêmes n'hésitaient jamais à distinguer un foyer non remanié d'un foyer douteux.

Il résulta de cette élimination que sur plus de soixante sépultures découvertes, nous n'envoyâmes à M. Pruner-bey, pendant le cours des années 1868-69, que dix crânes complets. Le nombre des sépultures de l'âge du Renne non douteuses s'élevait en réalité à 30; mais le mauvais état de la plupart des ossements ne nous permit pas d'en tirer parti pour l'étude, à l'exception toutefois d'une série de mandibules et d'os isolés qui furent soumis avec les crânes à M. Pruner-bey.

Nous eûmes lieu dans la suite de nous applaudir de ces réserves et de ces éliminations scrupuleuses. A mesure que nos fouilles se poursuivaient il se produisait des faits anormaux, traces probables de remaniements.

C'est surtout à partir de l'année 1870, c'est-à-dire postérieurement à la mort de M. de Ferry, que survinrent les faits les plus concluants en faveur de ces remaniements.

J'appris d'abord que M. Perrault, de Rully, dans une fouille datant de 1869, avait trouvé au Crot-du-Charnier un squelette portant aux doigts et aux bras plusieurs anneaux de bronze, ce qui indiquait une époque postérieure à l'âge du Renne. Puis je découvris moi-même, dans une tranchée que j'avais ouverte avec le concours et en présence de M. de Fréminville, à une faible profondeur, un fragment d'inscription funéraire romaine; nous rencontrâmes ensuite, M. de Fréminville et moi, des sépultures établies dans la terre libre, sans aucune trace de foyer, sans aucun objet qui permît de les dater. Enfin le 27 février 1871, j'exhumai en présence de plusieurs personnes qui m'avaient accompagné à Solutré, le corps d'une jeune fille, portant au cou un collier de verroterie et au doigt une bague en bronze à facettes, sur laquelle étaient gravées une croix et deux lettres. J'attribue cette sépulture à l'époque burgonde. J'ajouterai qu'on a retrouvé depuis, à Solutré, une tombe de l'époque de la pierre polie, bien caractérisée par un vase orné de quatre

anses mammelonnées percées de trous de suspension (1), et un squelette au doigt duquel était passé un anneau de bronze. Nous en reparlerons tout à l'heure.

V.

Lorsque ces faits, contraires à ce que nous avions écrit précédemment, furent connus, ils soulevèrent de vives récriminations. N'avions-nous pas en effet dit et répété, M. de Ferry et moi, que l'exploration du Crot-du-Charnier ne nous avait livré aucun objet étranger à l'âge du Renne? On pensait nous prendre en flagrant délit d'inexactitude et de contradiction. Mais on ne songeait pas qu'au demeurant nous ne pouvions pas parler de ce que nous n'avions pas eu l'occasion d'observer. Or, c'est à partir seulement de l'année 1870, je le répète, c'est-à-dire après la mort de M. de Ferry et postérieurement à nos premières publications, que des faits nouveaux vinrent me fournir la preuve des remaniements qui avaient eu lieu au Crot-du-Charnier postérieurement à l'âge du Renne, et me montrer en même temps que nos précautions, en prévision de ces remaniements, n'avaient point été inutiles.

Quoi qu'il en soit, n'ayant eu ni l'occasion ni le loisir, au milieu des terribles événements que l'on traversait alors, d'expliquer les faits tels qu'ils étaient, nos travaux sur Solutré se trouvèrent sérieusement battus en brèche.

« Il est difficile, écrivait M. le Dr Hamy, dans son *Précis de paléontologie humaine*, de déterminer exactement la part qui revient à l'*âge du Renne*, dans ce curieux gisement, tant à cause des remaniements qu'il a subis, que par suite de certaines particularités qu'il présente... On comprendra aisément, au milieu des incertitudes que donne la lecture des travaux publiés sur Solutré, que nous n'abordions pas l'étude des ossements découverts par MM. de Ferry, etc. »

(1) Ce vase est au Muséum de Lyon.

Une publication de M. l'abbé Ducrost, insérée dans les *Archives du Muséum de Lyon*, me fournit l'occasion de rompre le silence. L'opinion de M. l'abbé Ducrost qui, depuis plusieurs années, étudiait avec beaucoup de zèle et de soin la station de Solutré, ayant un grand poids dans la question, je ne pus laisser sans réponse certaines observations critiques, formulées par lui, à l'endroit de nos travaux,

Voici comment il s'exprimait à propos des sépultures :

« Je me suis attaché principalement dans mes explorations à mettre au jour des foyers intacts et non remaniés. J'en ai découvert plusieurs. Des fouilles opérées sous mes yeux par MM. de Ferry et Arcelin me parurent trop superficielles dans le sens réel du mot. A une profondeur habituelle de 30 à 40 centimètres, ils rencontraient des traces de foyers, des silex, des ossements de chevaux et de rennes, des sépultures placées çà et là, sans ordre apparent au milieu de ces débris. Ces sépultures assez nombreuses, d'une forme identique : Un parallélogramme de pierre sur champ pour entourer le corps, une dalle pour protéger la tête, sont, à mon avis, d'une époque relativement récente. »

Si, comme le disait M. l'abbé Ducrost, nos fouilles n'avaient pas été poussées au-delà de trente à quarante centimètres; si elles n'avaient pas dépassé les couches remaniées de la surface, et si enfin nos prétendues sépultures de l'âge du renne avaient été réellement découvertes dans les circonstances qu'il indique, nous mériterions pleinement le reproche d'avoir manqué de méthode et de nous être mépris sur l'âge vrai des ossements humains rencontrés au cours de nos explorations.

Nos publications antérieures justifiaient heureusement du contraire, et je répondis à mon honorable contradicteur en le priant de se reporter notamment au compte rendu inséré dans les *Transactions* du Congrès de Norwich, d'où il résulte (voir la citation reproduite ci-dessus), que si, dans certains cas, nos fouilles ne sont pas descendues au-dessous de 30 à 40 centimètres, dans beaucoup d'autres elles ont été poussées à plus de deux mètres de profondeur; que de plus les

tombes en dalles ne formaient que l'exception puisque, sur plus de soixante sépultures découvertes au milieu des foyers, il ne s'est trouvé qu'une seule tombe en dalles intacte, et les débris épars de deux à trois autres.

En définitive nos fouilles n'avaient pas été aussi superficielles que paraissait le croire M. l'abbé Ducrost. Nous avions parfaitement distingué comme lui les sépultures remaniées des sépultures intactes, les tombes préhistoriques des tombes plus récentes. Enfin, loin de prendre les tombes en dalles pour type unique des sépultures de l'âge du Renne, nous avions au contraire établi que les sépultures de cette époque tiraient leur caractère le plus constant de la présence d'un foyer, avec débris quaternaires bien caractérisés, servant de couche funèbre au mort.

Ces réserves faites, je ne puis avoir que des éloges pour le travail de M. l'abbé Ducrost. Pendant plusieurs années il a exploré la station la pioche à la main. Pas un de nos critiques et de nos contradicteurs n'en pourrait dire autant. Je suis donc heureux de constater que, d'accord sur les faits essentiels, nous ne différons que par quelques-unes de nos appréciations (1).

Voici comment s'exprime M. l'abbé Ducrost au sujet des fouilles exécutées par lui dans le champ Sève, en 1869 :

« A une profondeur moyenne de $1^m,40$ et conséquemment à 1^m au-dessous de toute culture, après avoir traversé un terrain friable, contenant pêle-mêle des ossements de Bœufs, de Rennes et de Chevaux, apparut une énorme dalle ; en arrière de la dalle et un peu en contrebas, le commencement d'un foyer. Sa ranche mise à découvert par une coupe faite avec le plus grand soin pouvait avoir 30 centimètres d'épaisseur ; elle était entièrement composée de cendres noirâtres contenant des silex, des instruments en pierre et en os, des

(1) Je suis d'autant plus autorisé à parler de notre accord complet sur tous les faits en litige, que nous préparons en collaboration une monographie des antiquités de Solutré.

ossements brûlés ; ceux de rennes étaient les plus nombreux. Voici ce que la suite du travail me permit de constater : la dalle que j'avais rencontrée d'abord faisait partie d'une rangée circulaire entourant le foyer qui était de forme elliptique. Une seule lacune ou solution de continuité dans cette sorte de banc de pierre existait du côté du couchant. L'ellipse mesurait $4^m,50$ de long sur 3^m de large ; les dalles, ainsi que les foyers, suivaient la pente du terrain non remanié, incliné fortement au sud-ouest, tandis que le sol actuel descend directement au sud. La distance exacte du sol à la partie supérieure des dalles, élevées elles-mêmes de quelques centimètres au-dessus du foyer, était de 90 centimètres à l'est, de $1^m,70$ au sud-ouest, et de $1^m,60$ au midi et au nord. Il était évident que j'avais retrouvé la partie inférieure d'une habitation primitive. Le maître du logis avait été touché par la mort. Ses compagnons de guerre ou de chasse, suivant un usage observé encore par quelques peuplades sauvages, après avoir entonné le chant funèbre et célébré le repas des funérailles, l'avaient étendu dans sa hutte, la tête tournée vers le soleil couchant. Sous sa main droite on avait placé ses armes et les objets qui lui avaient été chers : deux pointes de lances en silex, taillées à grands éclats, d'une intégrité parfaite et d'une belle dimension ; un grand nombre de flèches plus petites et finement retouchées ; une valve de *Pecten Jacobæus*, la coquille des pèlerins, percée d'un trou près de la charnière, et destinée peut-être à servir à la fois d'ornement et de symbole religieux. Mais l'objet le plus intéressant était une figurine grossièrement taillée dans un fragment de molasse, qui est bien sans contredit un des plus anciens spécimens de l'art sculptural (1)... Sa couche funèbre, ou le foyer lui-même, était un mélange confus de cendres, d'os brûlés, de fragments nombreux d'ossements de rennes concassés pour en extraire la moelle, de débris de silex en grand nombre

(1) Cette figurine, la valve de *pecten* et d'autres pièces importantes extraites de ce foyer, sont dans la collection de M. de Ferry.

et de toute forme, de marteaux ou percuteurs, de différents objets curieux recueillis dans des courses....

» En dehors de la muraille circulaire circonscrivant le foyer, comme nous l'avons dit, se trouvaient les dépouilles principales des animaux tués à la chasse ou attirés dans les piéges, des bois de rennes en quantité considérable, de soixante-dix à quatre-vingts; une tête de renne à peu près entière; une molaire d'*Elephas primigenius;* une mâchoire inférieure du même animal; ainsi qu'un os du bassin et un tibia; çà et là des restes de loups, d'ours, de renards, de loutres, de fouines ou de putois, d'hyènes, d'oiseaux divers.

» Trois autres grands foyers d'une intégrité parfaite ont été fouillés sous mes yeux. Les conditions étaient sensiblement les mêmes, la profondeur toujours très grande. Les résultats ont été identiques. L'un des trois seulement contenait une sépulture (1). »

En résumé, il résulte de la façon la plus positive, des observations de M. l'abbé Ducrost, comme des miennes, que les chasseurs de rennes de Solutré avaient pour habitude d'inhumer leurs morts sur le foyer domestique ou sur des foyers allumés pour la circonstance. Je n'ai pas eu l'occasion d'observer d'enceintes elliptiques comme celle que décrit M. l'abbé Ducrost; mais des pierres brutes irrégulièrement disposées autour des foyers que j'ai fouillés, généralement circulaires, paraissent en tenir lieu. Le foyer funéraire était donc, dans un grand nombre de cas, le fond de la hutte, le foyer domestique lui-même. Quant aux armes, aux débris de cuisine ou aux objets divers recueillis dans le voisinage des morts, rien ne prouve qu'ils aient été déposés là à l'occasion des funérailles : les mêmes objets se retrouvent en effet dans des foyers qui n'ont aucun caractère funéraire. La théorie des offrandes funéraires me paraît tout à fait hypothétique à Solutré.

(1) Abbé Ducrost : *Études sur la Station préhistorique de Solutré,* dans *Archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon*, t. 1, prem. livr. Lyon 1872, page 10.

VI.

A partir de ce moment, les comptes rendus se multiplièrent. M. Cazalis de Fondouce analysant, pour les lecteurs de la *Revue d'anthropologie,* les travaux publiés sur Solutré, s'exprimait ainsi :

« Ce que MM. Lortet et Ducrost reprochent à ceux qui les ont précédés, c'est de n'avoir pas poussé leurs fouilles assez loin. A une profondeur de 30 à 40 centimètres, il est vrai, on rencontre des traces de foyers, des silex, des ossements de cheval et de renne ; mais les remaniements de la surface ont pu descendre jusque là, et c'est plus profondément qu'ils se sont attachés à rechercher des foyers intacts non remaniés. C'est en effet dans ces conditions qu'il faut se placer pour une bonne observation ; mais on doit reconnaître que MM. de Ferry et Arcelin n'y ont pas non plus manqué, puisqu'ils disent notamment dans leur dernier ouvrage, que les foyers occupent des niveaux variables depuis 40 à 50 centimètres jusqu'à $2^{m},30$ de profondeur. »

M. Cazalis de Fondouce avait sérieusement étudié et comparé entre elles les publications relatives à Solutré. Je lui en sais d'autant plus de gré, que la plupart des critiques dont nos travaux ont été l'objet dénotent de la part de leurs auteurs une ignorance à peu près complète de la question. Il faut ajouter cependant que M. Cazalis de Fondouce conservait des doutes sur l'authenticité des sépultures :

« J'ai eu le privilége, ajoutait-il, de visiter Solutré au mois d'août dernier avec MM. l'abbé Ducrost et Chantre. Malheureusement le foyer qu'il m'a été donné de voir ne renfermait pas de sépulture. Il est bien difficile de séparer les objets qui se trouvent dans le sol, et d'invoquer un remaniement devant ces foyers qui paraissent parfaitement intacts ; et pourtant la conviction n'est pas complète dans mon esprit. »

La réunion de l'Association française pour l'avancement

des sciences, tenue à Lyon au mois d'août 1873, fit faire un pas important à la question. Une excursion à Solutré ayant été inscrite au programme de la session, près de deux cents visiteurs se trouvèrent réunis, le 23 août 1873, sur le champ de nos travaux, pour explorer les tranchées ouvertes par nos soins et assister à l'exhumation d'un squelette sur foyer. Les savants les plus compétents assistèrent à cette opération qui fut accomplie par M. le Dr Broca en présence de MM. de Quatrefages, Karl Vogt, de Mortillet, Albert Gaudry, Wurtz, Dr Gosse, Émile Cartailhac, Prunières, Cazalis de Fondouce, etc.

Une discussion, provoquée par cette exploration, occupa pendant trois jours la section d'anthropologie. On me permettra d'extraire du procès verbal de la séance du 25 août, ce qui est relatif aux sépultures.

M. Arcelin... J'avais, dans mes travaux préparatoires, quelques jours avant votre visite, rencontré la partie inférieure d'un squelette humain. Espérant que cette sépulture pouvait vous fournir des observations intéressantes, je la fis ménager avec soin dans la tranchée ouverte, et c'est devant vous seulement qu'elle fut fouillée le 23 août. Le hasard m'a bien servi, et j'avoue que la réussite a dépassé toutes mes espérances. Vous avez vu M. le Dr Broca, avec le concours de notre éminent président M. de Quatrefages, enlever pièce par pièce tous les os d'un squelette reposant directement dans les couches supérieures d'un épais foyer. Ce squelette avait exceptionnellement les pieds tournés vers l'orient. Les mains étaient croisées sur l'abdomen. J'ai fait constater, par nos confrères présents à l'opération, que les ossements reposaient directement et sans intermédiaire sur le foyer, dont ils portaient la trace cendreuse. A la demande de M. de Mortillet, ce foyer a été enlevé méthodiquement jusqu'à une profondeur de 50 centimètres, afin de s'assurer qu'il régnait sur tout l'espace occupé par le corps et qu'il n'avait pas été remanié. On en a extrait tous les objets caractéristiques des

foyers de l'âge du Renne : ossements et silex taillés, etc. Ce n'est pas une fois, mais vingt fois que pareille rencontre s'est produite sous mes yeux...

M. de Mortillet adresse différentes questions à M. Arcelin, concernant les amas d'ossements de chevaux. De quelle époque sont-ils? Comment et pourquoi se trouvent-ils là?...

M. Arcelin... Je ne doute pas que ces amas ne soient contemporains des foyers eux-mêmes... On a pensé que ces hécatombes de chevaux pouvaient provenir des cérémonies funéraires. J'ai même proposé jadis cette hypothèse. Mais j'incline plutôt à croire maintenant que ce sont simplement des débris de cuisine, et que l'on a entassé tous ces os de chevaux en dehors des huttes pour s'en débarrasser... Mais j'avoue que cette hypothèse n'explique qu'imparfaitement les vastes amas par couches larges et continues qu'on retrouve jusque sous les foyers à plus de 4 mètres de profondeur. Il y a là un fait obscur que des explorations ultérieures nous permettront peut-être un jour d'élucider...

M. l'abbé Ducrost. Depuis cinq ans je fais des fouilles à Solutré, et j'ai constaté que les amas de chevaux forment autour des foyers des murailles, et ne se retrouvent au-dessous des foyers que par suite de glissements...

M. E. Cartailhac. N'y aurait-il pas possibilité d'admettre que l'occupation de Solutré a commencé à une époque où le renne ne prédominait pas comme le cheval dans la faune de nos pays?... Plusieurs gisements de l'époque de la Madeleine (Bruniquel et autres) ont donné *à leur base* du cheval presque exclusivement (1)...

M. Broca... fait observer que s'il reste des points douteux il est au moins démontré que certains squelettes humains sont contemporains des foyers et par conséquent du renne. On

(1) Des fouilles récentes ont donné raison à cette manière de voir. Il est maintenant démontré que les amas d'ossements de chevaux sont antérieurs aux foyers de l'âge du Renne, et leur sont réellement sous-jacents dans l'ordre stratigraphique naturel.

nous avait annoncé que le squelette se trouverait en relation avec un foyer sous-jacent; c'était parfaitement juste... Le point contesté est donc parfaitement acquis.

... Le Dr *Prunières* a vu dans la Lozère de tels effets, produits par des glissements de terrain, qu'il ne regarderait pas comme impossible que quelqu'une des sépultures sans orientation ait glissé sur des foyers plus anciens.

M. E. Cartailhac. Cette discussion est de la plus haute gravité, et restera célèbre dans l'histoire de la science anthropologique. Il faut donc éclaircir tous les doutes, les faire disparaître. Qu'il y ait eu des glissements et des remaniements, peu importe. Mais ce qui est certain, c'est que plus de dix fois un squelette humain s'est trouvé sur un foyer quaternaire, et pas un fait ne vient s'opposer à ce qu'on admette la contemporanéité. Dans ces conditions, en effet, il n'y a pas de hasard qu'il soit possible d'invoquer.

M. Broca partage cette opinion... (1). »

La lumière se faisait. Néanmoins, le lendemain, dans une conférence publique où il se proposait d'étudier les caractères anthropologiques des ossements de Solutré, M. le Dr Broca crut devoir maintenir quelques réserves.

« J'éprouve, dit-il, un certain embarras à vous entretenir, au point de vue craniologique, de la question de Solutré. Vous savez en effet que la détermination archéologique de ces crânes est encore en discussion. Il y a un fait qui n'est plus mis en doute, et dont la constatation a été faite une fois de plus il y a deux jours, en présence de la plupart d'entre nous. C'est qu'une partie des sépultures de Solutré remontent à l'âge du Renne. Ce sont les sépultures dites *sur foyer*. L'une d'elles a été explorée par nous avec le plus grand soin; nous y avons reconnu de la manière la plus évidente l'exactitude de la description donnée depuis plusieurs années par MM. de Ferry et Arcelin, exactitude vérifiée d'ailleurs dans les fouilles récentes de M. l'abbé Ducrost.

(1) Voir Compte rendu du Congrès de Lyon (2e session, 1873) p. 632 et suiv.

« Mais il y a, à Solutré, d'autres sépultures préhistoriques qui présentent des caractères différents. Les corps, accompagnés de silex qui en établissent la haute antiquité, ne reposent que sur des dalles; ils n'ont aucun rapport avec les foyers de l'époque du Renne, et aucun caractère décisif ne prouve qu'ils datent de cette époque. Aussi M. l'abbé Ducrost pense-t-il qu'une partie des crânes préhistoriques de Solutré ne remonte pas au-delà de l'époque de la pierre polie. Ces crânes relativement récents seraient d'après lui beaucoup plus nombreux que les autres; il n'admet comme paléolithiques que les crânes des sépultures sur foyer, et il estime que sept seulement des crânes de Solutré ont été trouvés dans ces conditions, y compris les trois crânes qu'il a déposés au Musée de Lyon et qui ne figurent pas dans ma série.

» Je dois naturellement me préoccuper de l'opinion d'un homme aussi compétent. Mais M. Arcelin, dont la compétence n'est pas moindre et qui peut invoquer en outre l'autorité de son regretté maître M. de Ferry, M. Arcelin, dis-je, ne partage pas cette opinion et maintient l'authenticité de la date qu'il a assignée à la plupart des crânes préhistoriques de Solutré. »

Ainsi s'exprima M. Broca (1).

Des explications devenaient nécessaires entre M. l'abbé Ducrost et moi. Elles eurent lieu publiquement à la fin de la séance. Il résulte du débat, que l'on trouvera *in-extenso* dans les comptes rendus du Congrès de Lyon (2), que si M. l'abbé Ducrost n'a parlé à M. le Dr Broca que de *sept* crânes authentiques de l'âge du Renne, c'est qu'il a omis de faire entrer dans son dénombrement les documents retrouvés depuis l'année 1868 par M. de Ferry et par moi et publiés par M. le Dr Pruner-bey.

(1) Voir *Association franç. pour l'avancement des sc.; compte rendu du Congrès de Lyon*, 2e session, p. 653.

(2) Voir aussi : A. Arcelin, *Etudes d'archéologie préhistorique*. Paris, Reinwald 1875, p. 57

A l'exception de trois pièces appartenant à M. l'abbé Ducrost, d'un squelette retrouvé par moi et donné au Musée de Mâcon et du squelette exhumé le 23 août devant l'Association française, tous les ossements de l'âge du Renne provenant du Crot-du-Charnier sont décrits à la suite du *Mâconnais préhistorique*, dans le *Supplément anthropologique* du Dr Pruner-bey, où l'on peut faire le relevé suivant :

Crânes	20
Frontal	1
Mandibules isolées	19
Total	40

En résumé cela fait un total de 40 individus qui, ajoutés aux cinq autres mentionnés plus haut, forment un ensemble de 45 sépultures authentiques (1). Toutes ces sépultures ont été, je le répète, trouvées sur ou dans des foyers de l'âge du Renne ; c'est-à-dire dans les conditions de gisement considérées comme concluantes par M. le Dr Broca, par M. l'abbé Ducrost, par la plupart des savants qui prirent part aux discussions du Congrès de Lyon. Cette dernière et solennelle enquête a donc élucidé la question d'âge et d'authenticité des sépultures solutréennes.

Aussi M. Cazalis de Fondouce que nous avons vu tout à l'heure faire de prudentes réserves dans la *Revue d'anthropologie*, s'exprimait ainsi, à la même place, en rendant compte du Congrès de Lyon :

« En laissant de côté les sépultures récentes burgondes ou gallo-romaines, on reconnaît à Solutré des sépultures dans la terre libre sans rapport avec les foyers, des foyers sans sépultures, et enfin des sépultures juxtaposées à des foyers. Ce dernier cas est celui qui a été étudié sur les lieux mêmes

(1) Je dois dire cependant que, sur les 20 crânes envoyés à M. Pruner-bey, il en est trois que je lui adressai après la mort de M. de Ferry et sur lesquels j'ai dû faire des réserves, n'étant pas sûr de leur provenance (voir : *Mâconnais préhistor.*, suppl. anthropologique, p. 41.

par l'Association. Il est difficile de ne pas reconnaître, en présence de ces faits, qu'il y a une relation de temps entre les foyers et les sépultures. »

Laissons parler encore un témoin compétent, M. de Lubac, l'habile explorateur des grottes de Soyons, qui, rendant compte de la discussion du Congrès de Lyon, écrivait dans la *Revue de France* :

« La contemporanéité de ces inhumations avec les objets quaternaires n'a pas été admise sans difficulté. Ce qui inspirait quelques doutes, c'est que d'autres tombes plus superficielles ont été reconnues comme appartenant aux époques romaine et mérovingienne. Il y avait donc une étude méthodique et rationnelle à faire pour distinguer ces deux ordres de sépultures, les unes quaternaires, les autres relativement modernes. Les explorateurs se sont acquittés de cette tâche avec soin... Mais la consécration officielle des résultats obtenus n'a été faite que lors de la visite à Solutré par les membres du Congrès de Lyon. Là, devant un public de plus de deux cents personnes, appartenant au monde scientifique, MM. de Quatrefages et Broca ont mis au jour un squelette dont la relation avec le foyer quaternaire n'était pas douteuse. Aussi le lendemain, dans une conférence publique, M. le Dr Broca a proclamé comme indiscutable le fait de l'ensevelissement des Solutréens dans leurs foyers domestiques. »

VII.

La question des sépultures de Solutré ainsi étudiée sous tous ses aspects litigieux, on pouvait considérer le sujet comme épuisé, et j'aurais le droit de m'en tenir là de mon exposé historique. Cependant la tâche de narrateur impartial que je me suis imposée m'engage à ne point passer sous silence quelques incidents qui se sont produits ultérieurement et qui tendaient à remettre en cause l'authenticité de nos sépultures.

Peu de jours après l'excursion de l'Association française à

Solutré, un jeune homme de Mâcon écrivait à M. de Quatrefages, président de l'Association, pour l'informer qu'il venait de faire une étrange constatation. Il prétendait qu'étant revenu à Solutré le 29 août, six jours après l'excursion, il avait retrouvé encore en place sur son foyer, le squelette découvert en présence de l'Association française et que ce squelette portait au doigt un anneau de bronze; que par conséquent les savants du Congrès s'étaient complétement fourvoyés en attribuant à l'âge du Renne un squelette probablement très moderne. Il donnait les détails les plus précis, invoquait le témoignage des ouvriers; de plus on apprit quelque temps après que l'anneau avait été déposé, avec un procès verbal à l'appui, chez M. le curé de Solutré. M. de Quatrefages crut devoir prendre au sérieux cette singulière révélation. L'aventure fit du bruit et se répandit vite. Surprendre les savants en défaut ou victimes d'une mystification, quelle aubaine pour les rieurs! Je fus le dernier informé de ce qui se passait. Mais dès que je le sus, je m'empressai de faire le nécessaire pour donner à l'instruction de cette affaire une direction régulière. Je la portai d'abord devant mes collègues de la Société d'Anthropologie de Paris, puis devant l'Académie de Mâcon qui chargea une commission de faire une enquête. Il résulte du rapport de cette commission et de la discussion qui eut lieu à la Société d'Anthropologie, le 6 novembre 1873, que le squelette portant au doigt un anneau de bronze n'était ni à la même place, ni dans la même position que le squelette exhumé devant l'Association française, que de plus les débris de ce dernier avaient été complétement enlevés séance tenante et que par conséquent on n'avait pas pu les retrouver, encore en place, plusieurs jours après. Les témoignages étaient trop nombreux et trop précis pour qu'on pût nier l'évidence, et l'auteur de l'incident reconnut lui-même qu'il avait été induit en erreur par les indications inexactes d'un ouvrier (1).

(1) Voir : *Bulletin de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, séance du 6 nov. 1873, et *Annales de l'Académie de Mâcon*, séance du 18 décembre 1873.

Solutré et ses sépultures revinrent à l'ordre du jour du Congrès scientifique qui s'est tenu l'année dernière à Autun. L'un des membres du Congrès s'appuyant d'un texte du moyen-âge crut devoir signaler une cause d'erreur qui, d'après lui, aurait pu se produire lors de la découverte des sépultures. Étienne de Bourbon ou de Belleville, savant religieux dominicain, qui écrivait vers l'an 1250, raconte dans son traité manuscrit *de septem donis de spiritu sancto,* que le comte de Mâcon ayant enlevé à l'évêque de la ville le château de Solutré et placé dans ses murs, pour le garder, une garnison de juifs, les gens de l'évêque, dans la nuit qui suivit le jour de Pâques, montèrent secrètement au château, le prirent d'assaut, tuèrent les juifs et les précipitèrent du haut du rocher qui servait d'assiette au château et qui domine la station préhistorique (1).

« Ainsi, messieurs, ajoute l'auteur de cette communication, au milieu du XIIIe siècle, des juifs, des sémites, ont été ensevelis au milieu des chevaux et des rennes préhistoriques de Solutré ; ils y sont ! Nous avons retrouvé leur extrait mortuaire (2). »

Ils y sont ! C'est précisément ce qu'il faudrait démontrer. Le texte ne dit pas qu'ils furent enterrés à la place où ils moururent. Il ne dit pas non plus s'ils furent précipités du côté du sud, c'est-à-dire du haut de l'escarpement qui domine la station ; ce qui est important, parce que la Roche de Solutré se termine également par des abruptes du côté de l'ouest et du côté du nord. J'ajouterai que nous n'avons jamais rencontré le type sémitique au Crot-du-Charnier, et

(1) Idem fere accidit in dyocesi Matisconei, sicut mihi retulerunt qui affuerunt, cum, in sequenti nocte resurrectionis dominice, familia episcopi ascendisset mirabiliter castrum rupis dicte de Sulistri loco, quod comes Matiscensis episcopo subripuerat et judeis servandum dederat, omnes quos in rupis turre quadam invenerunt percusserunt et de rupe altissima precipitaverunt, qui omnes continuo fuerunt mortui.

(2) *Congrès scientifique de France* ; XLII session à Autun, t. I, pp. 254, 411 et suiv.

je ferai enfin observer qu'il n'est pas probable que les juifs du XIIIe siècle aient été enterrés suivant les rites funéraires particuliers aux chasseurs de rennes; que par conséquent toute confusion était impossible. Il s'est livré bien d'autres siéges, dans les temps modernes, autour de la Roche de Solutré, et si l'on n'admettait pas le critérium qui nous a servi à reconnaître les tombes préhistoriques, il faudrait alors renoncer à tout espoir de tirer parti des débris anthropologiques fournis par le Crot-du-Charnier.

Un assez grand nombre d'auteurs ont disserté sur les tombes de Solutré. On n'exigera pas de moi que je passe en revue toutes les opinions émises à ce sujet, et encore moins que je rappelle certains débats personnels qui ne touchent que très incidemment au fond de la question et qu'il serait par conséquent fort inutile de réveiller. Ce ne sont pas des *opinions* plus ou moins discutables, mais des faits que je tenais à mettre sous les yeux du lecteur, et je crois avoir épuisé les documents qui apportent quelques faits nouveaux à l'actif de la question.

Nous pouvons maintenant laisser la parole aux anthropologistes qui ont étudié, d'après ses ossements, la population Solutréenne de l'âge du Renne.

La priorité dans l'ordre de date appartenant à M. le docteur Pruner-bey, c'est par son mémoire que nous commencerons la revue des travaux qui ont déterminé la signification des matériaux rassemblés par nos soins.

VIII.

Depuis Blumenbach et Camper on distingue deux types crâniens qui diffèrent pour ainsi dire par le plan fondamental de leur architecture. L'un de ces types fut désigné sous le nom de crâne ovale, l'autre sous celui de crâne pyramidal. On attribua la première forme au crâne de la race caucasique et la deuxième au crâne mongol. Pritchard rattacha plus tard à ce dernier type le crâne de l'Esquimau.

En suivant la trace de ces maîtres, M. Pruner-bey s'est appliqué à démontrer que ce n'est pas seulement le Mongol, proprement dit, qui offre le type crânien pyramidal, mais aussi le Lapon, le Finnois, l'Esthonien, le Tongouse, le Ghiliah, etc., c'est-à-dire la plupart des peuplades de la haute Asie.

C'est à ce type pyramidal plus ou moins accusé, que l'éminent anthropologiste rattache tous les crânes de Solutré et, pour ne rien préjuger de leur origine ethnique, il leur attribue le nom général de mongoloïde.

Voici d'ailleurs comment il définit la forme mongoloïde d'un crâne :

« Elle s'accuse avant tout par les contours de la face, qui sont en losange, bien entendu quand la mandibule est jointe à la base du crâne. Cette conformation résulte d'une disposition particulière du front, des orbites, du maxillaire supérieur et du malaire. Mais c'est notamment ce dernier os qui fournit la base des deux triangles qui constituent le losange. En effet, c'est de son bord inférieur, qui est fortement incliné en dehors, qu'il faut suivre le contour de la face le long du bord externe de son apophyse orbitaire vers le front ; et l'on constatera que cette ligne, tracée dans la pensée, s'incline vers la cîme du front, en dedans, de manière à se rencontrer et à s'interséquer à angle aigu avec son homologue du côté opposé. Voilà le triangle supérieur. En promenant le regard du même point de départ vers le bas du visage jusqu'à la pointe du menton, l'on aura le triangle inférieur. »

Les chasseurs de renne de Solutré, outre les caractères généraux du type mongoloïde, présentent deux modes de conformation crânienne : les uns ont la tête courte et ronde, disposition que l'on désigne sous le nom de brachycéphalie ; les autres ont la tête allongée de l'avant à l'arrière, ce qui constitue la dolichocéphalie. Entre ces types extrêmes il existe toute une série intermédiaire de crânes sous-brachycéphales ou mésaticéphales.

Les brachycéphales et les sous-brachycéphales forment,

d'après M. Pruner-bey, une série où l'on retrouve les types lapon et finnois. On peut les comparer aussi aux types recueillis à Furfooz (Belgique) par le savant Directeur du Muséum de Bruxelles, M. Dupont.

Parmi les dolichocéphales de Solutré on verrait, toujours d'après le même auteur, se dessiner les types esthonien, tartare et esquimau. Ils offriraient plus d'un trait de ressemblance avec les troglodytes également de l'âge du Renne, découverts à Crô-Magnon, en Périgord.

Passant à l'étude des anomalies observées sur les ossements de Solutré, M. Pruner-bey signale l'oblitération précoce des sutures à l'exception des sutures frontale et incisive ; de fréquentes asymétries ; la perforation assez générale de la cavité olécranienne; la déformation du bassin; le rachitisme et, comme conséquence, la platycnémie ou aplatissement des tibias; l'hydrocéphalie ; la carie des os et surtout celle des dents, qui est à peu près générale à Solutré.

Les mêmes anomalies se rencontrent chez la peuplade de Crô-Magnon, mais on ne les observe pas chez les troglodytes belges.

En résumé l'homme solutréen quaternaire représenterait exclusivement le type des différentes peuplades qui, de nos jours, habitent les régions circumpolaires. Séparées maintenant par de grandes distances, on pourrait croire qu'elles se sont trouvées réunies dans la vallée de la Saône pendant l'âge du Renne. M. Pruner-bey a soin de faire remarquer d'ailleurs, que s'il emploie pour éviter de longues circonlocutions les termes de Lapon, Finnois, Esthonien, etc., cela signifie simplement que tel ou tel crâne présente ce type et rien de plus. Il ne veut pas préjuger la question d'origine ethnique de ces populations.

Le crâne du Solutréen est plus volumineux que ne l'est en moyenne celui des peuplades circumpolaires correspondantes. Mais sa conformation est peu avantageuse. Elle pèche à la base par le rétrécissement latéral du front, et au sommet par le faible développement des circonvolutions céré-

brales supérieures. Les traits de sa physionomie s'éloignaient considérablement de ce que nous appelons le beau idéal, et les yeux profondément enfoncés dans leurs orbites devaient lui donner un aspect peu agréable, pour ne pas dire farouche.

Quoi qu'il en soit « cet homme quaternaire, ajoute M. Pruner-bey, est constitué homme dans toute la force du terme. Rien dans son physique n'indique un rapprochement avec les simiens; rien de la brute dans ses us et coutumes, dans ses croyances, etc.; tout au contraire. »

D'où est venu cet homme et qu'est-il devenu? se demande ensuite l'éminent naturaliste.

« Quant au premier point, rien n'empêche de croire qu'il est sorti des lieux d'où est venue la faune qui l'accompagnait. Or celle-ci, sauf peut-être le renne, a laissé ses traces paléontologiques jusqu'en Sibérie. C'est donc du nord-ouest de l'Asie que, par étapes, elle est descendue vers le sud-ouest de l'Europe, à mesure que les glaces envahissaient le lieu présumé de son origine. Les savantes recherches de M. Brandt et de M. Ed. Lartet ont porté le jour sur la migration de cette faune dans la direction signalée. Pourquoi l'homme n'aurait-il pas suivi la faune par la même voie? Toutefois, pour élever cette hypothèse à la hauteur d'un fait positif il nous faudra des preuves d'un ordre différent.

» Pour la seconde question, à savoir ce qu'est devenu l'homme de l'âge du Renne, on se demande naturellement s'il a suivi les restes de la faune quaternaire quand elle se replia vers le nord, sous l'influence d'une autre période climatérique qui date du réchauffement graduel de l'hémisphère septentrional, pour y devenir ensuite le Lapon ou le Groënlandais, etc., de nos jours? »

C'est ce que l'avenir nous apprendra peut-être. M. Pruner-bey se contente de poser le problème. Mais il fait remarquer que le type mongoloïde brachycéphale, et même dolichocéphale, a laissé plus que de simples traces dans toute l'Europe occidentale où on le retrouve encore aux époques modernes.

La brillante synthèse de M. le Dr Pruner-bey, appuyée,

disons-le, sur une analyse minutieuse et de nombreux tableaux de mensurations, a été très combattue. On lui a reproché notamment d'avoir créé prématurément ses types lapon, finnois, esthonien, esquimau. Il ne m'appartient pas de me prononcer dans la question. Mais je tiens à constater que tout l'honneur d'avoir établi le premier les grands traits de nos populations de l'âge du Renne revient à M. le Dr Pruner-bey, et l'on verra, par ce qui suit, que les travaux accomplis depuis ont confirmé, sur la plupart des points, l'exactitude de son analyse. Ainsi que l'a fait observer M. Hamy avec autant de justesse que de vérité, il a su paralléliser avec une grande sûreté les séries anciennes dont il avait fait l'étude. Ses rapprochements entre les types de Solutré, de Furfooz et de Crô-Magnon ont été maintenus.

IX.

Dans le courant de l'année 1873, j'avais envoyé à M. le Dr Broca trois séries de crânes et d'ossements provenant de Solutré : l'une appartenait à Mme de Ferry, l'autre à M. de Fréminville, la troisième, enfin, faisait partie de ma propre collection. Après avoir visité les gisements de Solutré avec l'Association française pour l'avancement de sciences et procédé lui-même, comme nous l'avons vu, à l'exploration d'une sépulture de l'âge du Renne sur foyer, le savant anthropologiste fit connaître ses conclusions au Congrès de Lyon d'abord, puis à la Société d'anthropologie de Paris.

Ses études ont porté sur vingt-cinq crânes, formant deux groupes ou deux séries partielles. L'une moderne, comprend sept crânes; l'autre, préhistorique, en contient dix-huit.

M. le Dr Broca se sert avec intention de la désignation générale de préhistorique pour la seconde série. C'est que, dit-il, la détermination archéologique des crânes de cette station est encore en discussion. M. l'abbé Ducrost conteste qu'ils appartiennent tous à l'âge du Renne. Il pense qu'une

partie des crânes, bien que préhistoriques, ne remontent pas au delà de l'âge de la pierre polie.

« Si ces objections sont fondées, ajoute M. Broca, si la série de mes dix-huit crânes préhistoriques comprend des crânes de deux époques, mes relevés perdent une grande partie de leur valeur; ils pourront servir encore toutefois à distinguer les populations préhistoriques de celles qui leur ont succédé et à élucider en outre quelques autres questions. »

La série des dix-huit crânes préhistoriques présente de grandes variétés de formes, incompatibles avec l'idée d'une race pure et unique.

Deux types très distincts sont en présence. L'un nettement dolichocéphale, l'autre brachycéphale ou sous-brachycéphale.

Il semble au premier abord, dit M. Broca, que ce fait donne raison à M. l'abbé Ducrost; mais si l'on songe qu'il pouvait s'être produit déjà antérieurement à l'époque de Solutré des croisements de race, l'opinion de M. Arcelin est parfaitement compatible avec les faits craniologiques. D'un autre côté, il faut reconnaître que notre série préhistorique, disposée en colonnes par ordre croissant d'indices céphaliques, affecte précisément la forme d'un croisement, ce qui n'aurait pas lieu dans une série artificielle, obtenue en mêlant sur une table, par exemple, deux séries étrangères l'une à l'autre.

La fréquence à peu près égale de deux types ne s'accorde pas avec l'opinion de M. l'abbé Ducrost, qui pense que les hommes de l'âge du Renne sont en très faible minorité dans la série, 4 sur 18.

D'un autre côté cependant, les faits déjà connus ne s'accordent guère avec l'idée que la série entière soit paléolithique. En effet, tous les crânes recueillis dans les gisements paléolithiques de l'Europe sont dolichocéphales, et nous trouvons à Solutré deux crânes très brachycéphales ayant pour indices 87 et 88. « Sans aller aussi loin que M. l'abbé Ducrost, conclut M. Broca, sans admettre avec lui que la très grande majorité des crânes de Solutré soit néolithique, j'incline fort à penser que quelques-uns au moins de ces crânes

sont postérieurs à l'âge du Renne. Il me semble très probable néanmoins que la plus grande partie de la série est réellement paléolithique. »

M. le Dr Hamy, dans un mémoire lu à la Société d'anthropologie (1), combat les doutes émis par M. le Dr Broca, basés sur la présence de crânes brachycéphales dans la série solutréenne, en rappelant qu'on a rencontré ailleurs qu'à Solutré le type brachycéphale dès l'époque paléolithique. Il cite notamment le crâne de la Truchère, trouvé en 1868 par M. Legrand de Mercey, dans les marnes bleues à mammouth de la Saône. M. Hamy, comme M. Broca, pense d'ailleurs qu'il est nécessaire de recourir à la notion du métissage pour expliquer les dissemblances qui existent entre les différents habitants de Solutré.

Néanmoins, il croit devoir scinder la série préhistorique en deux groupes : l'un plus ancien, contemporain des foyers de l'âge du Renne, dolichocéphale, mais altéré déjà par la présence d'une race brachycéphale, répondrait au type de Crô-Magnon et offrirait des affinités avec le crâne d'Engis n° 2 et les crânes découverts à Grenelle, dans les moyens niveaux de la carrière Coulon, en 1869; l'autre plus moderne, sous-brachycéphale, répondrait au type de Furfooz.

Ces deux groupes correspondraient à deux niveaux de sépultures, dont M. Hamy croit trouver la preuve archéologique dans la collection de M. de Fréminville.

« Cet archéologue, dit-il, a exhumé en effet deux crânes d'une tranchée pratiquée dans le village de Solutré; l'un, sous-brachycéphale (son indice est d'environ 80), rappelant volontiers par sa morphologie les crânes des tombes en dalles brutes, a été trouvé avec des silex taillés, mais à un niveau supérieur à celui des foyers. Le second crâne, celui d'une femme, était plus bas, sur un foyer; il reproduit dans toutes ses formes le n° 2 de Grenelle, gravé dans la première livraison des *Crania ethnica*. »

(1) Séance du 20 novembre 1873.

M. Hamy a certainemement été mal renseigné. J'ai assisté aux fouilles de M. de Fréminville, et aucun des faits que nous avons observés n'autorise à conclure à deux niveaux de sépultures, correspondant à deux périodes de l'âge de pierre. Nous n'y avons relevé aucun exemple de superposition de tombes, les unes plus anciennes, les autres plus modernes. Il n'y a que les objets associés, et le mode de sépulture, qui nous aient permis de dater les débris humains avec certitude.

Ces réserves faites, il est fort possible qu'une partie des sépultures où l'indice du foyer manque, appartiennent, comme le suppose M. Hamy, à l'époque de Furfooz. Personne n'est plus compétent que le savant naturaliste du Muséum pour nous fixer sur ce point. Mais c'est une induction purement anthropologique.

Laissant de côté ces sépultures problématiques, il me paraît impossible de scinder la série de l'âge du Renne en deux époques. Si les explications que j'ai données précédemment sont concluantes, si notre série forme réellement un tout homogène, on est forcément conduit à admettre que la race solutréenne de l'âge du Renne est le produit d'un croisement opéré au moins entre deux types, l'un brachycéphale ou mésaticéphale, l'autre dolichocéphale. On ne peut pas, à mon avis, expliquer ce métissage par le crâne de la Truchère. J'ai développé dans le *Mâconnais préhistorique* les raisons géologiques d'après lesquelles ce document, très authentique d'ailleurs, correspondrait au quaternaire supérieur, plutôt à l'horizon de Furfooz qu'à celui de Crô-Magnon ou de Solutré (1). Le type brachycéphale de l'époque de Crô-Magnon, dont nous observons la trace parmi la peuplade de Solutré resterait donc encore à trouver. Ce serait le précurseur du type de la Truchère et de Furfooz.

Le tableau des mensurations opérées par M. le Dr Broca sur notre série paléolithique fournit des comparaisons intéressantes. Tandis que l'indice céphalique de la série préhis-

(1) V. *Mâconnais préhistorique*. p. 108.

torique est en moyenne de 77,24, celui de la série moderne s'élève à 79,74. La différence est sensible et tend à faire croire qu'entre ces deux époques une race brachycéphale est venue se mêler à l'ancienne population. Ce ne sont pas les Burgondes, race dolichocéphale, ajoute M. Broca, qui ont pu produire cette modification. Il faut en chercher la cause antérieurement, peut-être à l'époque gauloise, peut-être à l'époque de la pierre polie.

L'indice nasal de la série préhistorique est assez élevé. Il atteint le chiffre de 48,62, tandis que l'indice nasal des races actuelles de l'Europe occidentale est compris entre 46 et 47. Les anciens habitants de Solutré étaient mésorrhiniens. Pour la série moderne l'indice nasal est de 47,73.

L'indice orbitaire de la série préhistorique n'est que de 82,87, chiffre notablement inférieur à toutes les moyennes obtenues par M. le Dr Broca sur les races modernes de l'Europe; ce qui ne doit point étonner, si l'on se souvient que l'indice orbitaire de la race des Eyzies descend à 61,36. La moyenne actuelle en France est de 86 à 88.

L'étude de la capacité des crânes a fourni à M. Broca la confirmation d'un fait remarquable, c'est que, dans l'une au moins de nos races préhistoriques, la capacité du crâne était plus grande qu'elle ne l'est en moyenne aujourd'hui. La série préhistorique lui a donné le nombre 1534,45; la série moderne 1508,67.

Ces crânes ne sont point prognathes : la région frontale n'est nullement fuyante et présente une assez belle courbe. Néanmoins le crâne postérieur est relativement plus développé que le crâne antérieur; les sutures de ce dernier sont simples et leur soudure généralement plus hâtive, ce qui constitue un caractère d'infériorité, signalé par Gratiolet chez les races sauvages.

Les os des membres ont fourni des particularités déjà observées dans d'autres races préhistoriques, telles par exemple que des tibias aplatis ou platycnémiques, des fémurs à colonne et des péronés profondément cannelés dans le sens de la longueur.

En résumé M. Broca conclut, comme M. Pruner-bey, que la population dolichocéphale de Solutré présente des affinités avec les populations troglodytiques de la Vézère et du Périgord, dont les caractères se trouvent atténués par un croisement avec une race mésaticéphale analogue à celle que M. Dupont a retrouvée en Belgique, dans la vallée de la Lesse. Cette conclusion prend une réelle importance si l'on admet, comme je n'hésite pas à le faire, que notre série de l'âge du Renne est parfaitement homogène.

Nous trouvons dans la grande publication de MM. de Quatrefages et Hamy, *Crania ethnica,* une nouvelle confirmation des vues de M. Pruner-bey. Comme ce dernier, et d'accord aussi avec M. Broca, MM. de Quatrefages et Hamy rattachent le type dolichocéphale de Solutré à la race primitive appelée par eux la race de *Crô-Magnon*, race dont on retrouverait les représentants préhistoriques sur une aire géographique très étendue, mais dont la vallée de la Vézère aurait été le centre de dispersion. Ce type s'est rencontré en France, à la Madeleine, à Laugerie-Basse, à Bruniquel, à Solutré, à Grenelle près Paris, à la grotte de Forges et à celles d'Aurignac et de Gourdon, ainsi qu'à Aurensan et enfin à Menton; en Italie à Cantalupo, dans la campagne romaine; à Isola-del-Liri (terre de Labour); en Belgique dans les cavernes de Liége, de Goyet, de Trou-la-Martina; en Hollande à Smeermass. MM. de Quatrefages et Hamy en ont suivi les traces aux époques postérieures à l'âge de la pierre polie. Les temps gaulois ont fourni des types analogues. Enfin d'après les savants auteurs des *Crania ethnica*, la race de Crô-Magnon aurait encore des représentants parmi les populations actuelles de la Kabylie; mais c'est surtout parmi les Guanches de Ténériffe que le type de l'antique race de la Vézère et de Solutré se serait le mieux conservé.

» Ce résultat, quelque singulier qu'il puisse paraître d'abord, disent MM. de Quatrefages et Hamy, ne fait que montrer dans l'espèce humaine la répétition de ce qui a été

déjà signalé chez les animaux. Les belles recherches de M. Lartet, nous ont appris comment, après l'époque quaternaire, un certain nombre de mammifères avaient émigré d'Europe en Afrique, ou tout au moins s'étaient éteints chez nous, tandis qu'on les retrouve au-delà de la Méditerrannée. Comme on explique ainsi l'ancien mélange des faunes et l'espèce de *départ* qui en a amené la séparation, il n'y a rien d'étrange à voir les populations humaines présenter un fait analogue (1). »

Nous sommes bien loin, on le voit, des conclusions de M. Pruner-bey, qui s'appuyant aussi sur les travaux de M. Lartet et sur la séparation des faunes, faisait émigrer ses mongoloïdes sur les pas de la faune boréale, avec le renne et le bœuf musqué, au lieu de les conduire dans les chaudes régions du midi avec le lion, l'hyène et l'hippopotame.

On ne peut être surpris de rencontrer ces divergences dans un ordre d'études toutes nouvelles et basées sur un nombre encore très restreint de documents. L'avenir tranchera les questions indécises; mais c'est déjà un résultat important que de pouvoir enregistrer un certain nombre de points sur lesquels l'accord s'est fait et que l'on peut considérer, par conséquent, comme acquis à la science.

N'est-ce pas en effet un résultat considérable d'avoir obtenu la certitude que cet homme quaternaire, premier colon de l'Europe occidentale, sur qui les partisans du transformisme basaient de grandes espérances, était homme au même type que les Guanches de Ténériffe ou certaines populations de la Kabylie? Sa conformation physique était même supérieure à celle de beaucoup de races sauvages actuelles, et les œuvres qu'il nous a laissées témoignent d'un état intellectuel qui n'a rien de rudimentaire. Il ignorait l'usage des métaux; mais il taillait le silex avec une perfec-

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences; séance du 30 mars 1874 (T. LXXVIII).

tion difficile à surpasser. Dédaignant les grottes étroites et sombres, il savait construire des demeures en plein air et en plein soleil. Chasseur habile, il luttait avec avantage contre les animaux les plus redoutables tels que l'éléphant et le lion. Enfin le culte des morts et les rites funéraires, dont nous avons si souvent constaté l'existence, ne nous autorisent-ils pas à penser que l'âme de nos rudes chasseurs de rennes n'était point fermée à la lumière des vérités éternelles?

ADRIEN ARCELIN,
secrétaire perpétuel de l'Académie de Mâcon.

DES DISPENSAIRES DE CHARITÉ

ET DE LA POLICLINIQUE

AU POINT DE VUE SOCIAL (1).

Messieurs,

J'ai l'intention de traiter, ou plutôt d'esquisser, tant les proportions en sont vastes, une question qui malheureusement n'est pas nouvelle, mais qui est et restera toujours pleine d'actualité. Je veux parler de l'assistance médicale des classes nécessiteuses.

Il y aura toujours des pauvres parmi nous ; mais, si nous n'en pouvons tarir la source qui est inhérente à la nature humaine, nous ne devons point élever des générations qui s'accoutument à vivre sans effort, des secours de la charité. Nos grandes agglomérations urbaines aboutissent à de vastes anonymats qui imposent des réformes devenues absolument urgentes.

Le mode de répartition des secours charitables n'est pas du tout indifférent : donner à qui a besoin est bien, ne donner qu'à propos est mieux encore : tout secours immé-

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles à la session de janvier 1878.

rité n'est point seulement une aumône égarée, perdue; c'est un moyen de maintenir le malheureux dans une voie irrémédiablement funeste, et d'entretenir chez lui, avec les meilleures intentions du monde, l'esprit d'imprévoyance et trop souvent de mauvaise foi.

Je ne veux point agiter le problème laborieux du paupérisme; mais je me trouve forcé, pour rendre nettement distincte la question du dispensaire de charité et de la policlinique qui l'une et l'autre s'adressent à des classes différentes, je me trouve forcé de toucher à la question de l'assistance publique : très grave sujet d'études pour nos sociétés contemporaines, par suite des progrès de l'industrie.

L'homme a toujours aimé à secourir son semblable ; quiconque a vu l'Orient, cette vivante et persistante image des temps bibliques, l'a journellement constaté. Pendant mon long séjour en Algérie, j'en ai été vivement frappé; mais, faut-il le dire, ce sentiment très développé dans les tribus du Sud change complétement de nature près du littoral : le contact de la civilisation en a modifié l'expression. En ce qui touche la médecine, l'évolution plus achevée en est plus saisissante encore ; personnellement très secourable dans les groupes peu nombreux, l'homme devient plus réservé dans les grandes agglomérations.

A des époques déjà bien reculées, les malades venaient s'accroupir aux portes des temples, demandaient aux passants s'ils avaient déjà vu des maux semblables aux leurs,et sollicitaient des conseils. Les prêtres étaient ainsi de tous les hommes ceux qui voyaient le plus de malades : leur expérience se forma, puis la tradition transmit leurs observations, et ainsi commencèrent les premiers linéaments de la science médicale. On le voit, les œuvres de bienfaisance — et la médecine y occupe le premier rang — sont nées à l'ombre des temples et sous l'influence tutélaire de la religion.

L'organisation des maisons de charité ne date toutefois que de l'ère chrétienne. Dès les premiers temps du christianisme, des fondations eurent lieu : il fallait bien abriter les

nombreux prosélytes qui, se détachant des biens de ce monde, se reposaient sur les fidèles du soin de pourvoir à leur subsistance. Aussi, dès le milieu du IVe siècle, on comptait à Constantinople jusqu'à trente-cinq établissements, dont les destinations diverses permettaient de secourir les malades, les pauvres, les vieillards et les étrangers; puis bientôt à Rome les papes édifièrent de nombreux hôpitaux. Avec le temps, ces fondations se sont généralisées dans toute la chrétienté; dans la suite, toutes ces œuvres de bienfaisance se sont considérablement multipliées; et, aujourd'hui, il devient socialement nécessaire que toutes elles appliquent une réglementation bien entendue pour n'accorder des secours que s'ils sont impérieusement justifiés. Un inspecteur des établissements de bienfaisance en France, M. Watteville, écrivait que : « Depuis soixante ans, on n'a jamais vu un seul individu retiré de la misère, et pouvant subvenir à ses besoins par ses efforts, à l'aide des secours de la charité. Au contraire, ajoutait-il, elle constitue souvent le paupérisme à l'état héréditaire. Ainsi, nous voyons inscrits sur les listes des pauvres les petits-fils d'individus admis aux secours publics en 1802, dont les fils avaient été inscrits sur ces listes fatales en 1830. » C'est là une appréciation exacte puisqu'elle repose sur des faits. Mais, je suis heureux de pouvoir l'établir, elle n'est point applicable à Lille, cette ville si généreuse et où les institutions de bienfaisance sont parfaitement entendues. L'organisation qu'ont établie à Lille les membres de la Commission des hospices est un modèle d'administration, que plusieurs grandes villes ont déjà copié. Chaque indigent a sa feuille individuelle, *son carton*, où nom, adresse, âge, profession, charges de famille, et secours attribués, sont régulièrement inscrits. Vient-il à changer de logement, il en avertit la sœur du bureau de bienfaisance de sa section; et, dès le lendemain, sa mutation en secours est opérée; de cette façon, le contrôle du personnel secouru et des objets passés en dépense est toujours et immédiatement facile à justifier. Chaque semaine il y a des états de

propositions pour radiations ou inscriptions ; et la commission des bureaux de bienfaisance se fait représenter les certificats de salaires. Par cette surveillance continue, si des abus se glissaient, ils ne sauraient persister. C'est grâce à cet esprit d'ordre que la Commission administrative des hospices et bureaux de bienfaisance est généreusement secourable, parce qu'elle ne l'est qu'aussi longtemps qu'il est nécessaire. M. Houzé de l'Aulnoit (1), homme de bien et avocat estimé, qui consacre les rares loisirs que lui laisse le barreau à étendre et consolider les œuvres de bienfaisance, a, au sujet des indigents de Lille, fait un travail colossal par « des montagnes de chiffres » qu'il fallut soulever, mais qui laisse cette pensée consolante que la situation du malheureux s'améliore. « En 1820, il y avait à Lille un indigent sur trois » habitants (0,33). Ce chiffre même s'éleva en 1827 jusqu'à » 0,39 ; soit un indigent sur deux habitants et une fraction ; » en 1835 un sur quatre (0,25) ; en 1840 un sur cinq (0,18) ; » en 1850 légère diminution (0,19). En 1860 le chiffre » s'abaisse sensiblement, il n'est plus que de un sur sept » (0,135), et depuis cette dernière date il est resté à peu près » stationnaire »

De nos jours, les souscriptions de bienfaisance sont fréquemment répétées, et la récolte est toujours abondante ; mais ce n'est là, le plus souvent, qu'une habitude ancrée dans les mœurs et pour ainsi dire une sorte d'impôt.

De fait, quand dans un village un homme charitable secourt un homme dans la détresse, la relation est directe, le bienfait est motivé et le souvenir n'en est point perdu ; mais le danger serait que, dans nos grandes cités, une pluralité de riches secourent une pluralité de pauvres, le tout anonymement ; ce serait là, comme en Angleterre, un système de charité tout à fait erroné et socialement infructueux. Celui qui donne ignore où ira sa libéralité ; il le fait froidement comme on paie un impôt ; celui qui reçoit ignore d'où lui vient l'assis-

(1) Distribution des primes de bonne conduite aux indigents de Lille. 1877.

tance, il ne se préoccupe que de la recevoir abondante et s'essaie à la faire renouveler. La charité ne porte des fruits que si elle réussit à gagner les cœurs ; mais pour cela il la faut directe, il faut que la main qui donne puisse affectueusement toucher la main qui reçoit. La société de Saint-Vincent-de-Paul agit ainsi et fonctionne utilement : elle relève le courage des malheureux, et, comme un bienfait n'est jamais perdu, elle moralise les jeunes membres en les mettant en contact avec la misère, faisant sentir aux privilégiés de la fortune, combien reste implacablement vraie cette parole : tu mangeras ton pain à la sueur de ton front.

Dans le rude hiver de 1866-67, la misère s'abattit sur les quartiers de l'Est de Londres ; l'opinion publique éveillée par les journaux s'émut, les secours arrivèrent et en si grande abondance que les distributeurs étaient encombrés et ne savaient comment répartir toutes les aumônes qu'ils recevaient. — L'hiver fini, la misère resta tout aussi grande et les demandes de secours tout aussi nombreuses : les Anglais qui savent compter calculèrent que chaque shilling (1) avait fait pour 8 sous de bien et pour 16 sous de mal. Les 8 sous de bien représentaient les aliments donnés aux estomacs affamés, et les 16 sous de mal l'encouragement aux habitudes de dilapidation et d'imprévoyance. Cette appréciation est si rigoureusement vraie que les quartiers qui jusqu'alors avaient été abandonnés, vu leur pauvreté, devinrent très recherchés à cause des aumônes qu'on y répandait. Bien vite il fut propagé et reconnu que, pour recevoir des secours, il suffisait d'y avoir son domicile. Il se produisit alors ce fait tout naturel, puisqu'il est l'expression de l'offre et de la demande, que les loyers s'élevèrent, et un autre résultat en fut la conséquence. Si les loyers étaient demandés, les bras étaient offerts : aussi les salaires s'abaissèrent, et, tout pesé, cette pluie de secours laissa manifestement plus de maux qu'au début elle n'en avait eu à alléger. Concurremment elle encouragea la mendicité

(1) V. R. Brit., *fév.* 1877.

en secourant indistinctement et sans enquête préalable quiconque tendait la main.

Ici même, à Bruxelles, en 1875 le nombre des ménages secourus était de 6257; en 1876 il montait à 6752, soit donc pour un an environ 500 d'augmentation. Mais, pour obtenir les secours, il faut habiter la ville; alors, les logements sont recherchés, et, au lieu de payer comme autrefois de 5 à 6 fr. par mois, on paie aujourd'hui de 12 à 15. — A Lille où les œuvres de bienfaisance sont nombreuses, on comptait en 1874, sur une population de 156000 habitants, 23724 indigents inscrits, en 1877 pour une population de 162000 il y en avait,au 31 décembre,24017 appartenant à 6148 familles, qui par leur répartition présentent ce fait instructif que les familles nombreuses s'éloignent du centre de la ville. Ainsi, dans la section de la Barre, il y a 1203 familles et 4241 indigents, soit une moyenne de 3,50 tandis qu'à Esquermes cette moyenne monte à 4,79 soit 544 familles donnant 2610 individus.

Dans les familles plus nombreuses, partant plus chargées d'enfants, les parents ont donc la salutaire préoccupation de chercher pour le même prix un logement plus spacieux et plus aéré.

Les malheureux espèrent trouver une assistance plus large dans les grandes villes; ils y sont même poussés par les municipalités calculatrices des petites communes qui cherchent à s'exonérer des charges de l'assistance. Avec les chemins de fer, ces immigrations sont faciles et les dépenses assez minimes pour que la vente d'un objet mobilier puisse y suffire (1).

Plus les institutions charitables s'étendent, plus le nombre des indigents s'élève, on dirait véritablement que comme en hydrostatique, où dans les vases communiquants on constate l'équilibre de niveau, il y a entre les œuvres charitables et le nombre des indigents une corrélation constante. Voilà pourquoi il faut que toute assistance régulière soit appuyée

(1) V. Lecour, *La charité à Paris*, 1876.

d'une enquête : Secourir de prétendus indigents, c'est dépouiller les véritables nécessiteux. Il y a toute une armée roulante qu'il faut réussir à écarter.

La facilité de secours attire dans les grandes villes une population nécessiteuse exubérante, qui ne peut trouver des occupations, le voulût-elle, pour gagner de quoi vivre. Et, quand il y a surabondance d'œuvres charitables comme à Bristol, les nécessiteux se limitent à un demi travail qui suffit à leurs besoins. Lors de la construction de la ligne ferrée du Sommerset septentrional, les entrepreneurs (1) ne purent trouver d'ouvriers. Aussi, avec tant de loisirs, il y a un cabaret par dix maisons, il faut bien passer le temps!

Un riche philanthrope anglais Edward Denison, qui pour bien étudier le paupérisme se résigna à vivre au milieu des indigents, écrivait : Ces pluies d'aumônes faites sans discernement détruisent le grand œuvre auquel il faut viser : amener le peuple à la prévoyance et à la restriction des besoins, lui bâtir des écoles, lui organiser des cercles d'ouvriers, l'aider à s'entr'aider; mais ne jamais lui donner d'argent en dehors de celui mis dans de telles entreprises. Et dans un accès de découragement moral, il ajoutait avec un humour bien anglais : « Le tout-puissant Créateur a fait de la conservation personnelle le grand ressort de la vie et de la conduite de ses créatures; la société trouve la Providence trop austère et veut arranger son œuvre. Aussi à quel résultat est-on arrivé? »

Il est certain, Messieurs, qu'il y a d'urgentes réformes à opérer. L'indigent s'habitue vite à vivre de l'assistance publique et privée, et là est un grand péril. Les secours, à moins qu'il ne s'agisse d'infirmes ou d'incapables, ne doivent être que temporaires; les laisser permanents, c'est encourager une population famélique à se rendre dans les grandes villes, et aux jours des révolutions l'émeute y trouve ses recrues. Il faut donc régulariser la charité. Aux indigents longtemps

(1) V. Rev. Brit., *loc. cit.*

soutenus par des secours, le mal est chronique et la médecine sociale reste impuissante ; mais là où les familles sont chargées d'enfants, on peut et il faut agir. Si les parents sont valides, ne rien leur accorder; mais, dans les crèches, dans les asiles, dans les écoles primaires, accorder vêtements et nourriture. En réussissant à retenir les enfants toute la journée, on parviendra à les soustraire à ce milieu funeste et désespéré. Peut-être même, pourrait-on recevoir les enfants dans des écoles d'apprentissage et préparer l'avenir en les mettant à même, par le travail, de subvenir à leurs besoins. Dans ses premières années, l'enfant, traversant la crèche, l'asile, l'école, l'apprentissage, recevra ces préceptes religieux et moraux qui peuvent momentanément s'éclipser dans la vie, mais qui ne se perdent jamais complétement. Que ces dépenses n'effraient pas, il y aura économie sur les prisons.

Les Frères des Écoles chrétiennes, par des soins affectueux, ont beaucoup fait pour relever l'éducation de ces malheureux enfants. Il faut que le zèle de tous vienne seconder leurs efforts. Mais, quelles que soient les décisions de l'avenir, il y a justice à le rappeler, c'est uniquement aux évêques, aux congrégations religieuses et charitables, que pendant des siècles les pauvres ont dû l'instruction. Il n'est peut-être pas de nos jours inutile de s'en souvenir.

Dans toutes les villes où les Sœurs de Charité sont les intermédiaires entre les administrations et les pauvres, l'application des secours est aussi intelligente que possible et les abus sont bien rares.

A Paris, il y a dans les bureaux de bienfaisance au moins un fonctionnaire salarié, qui va inopinément visiter les ménages secourus et en surveiller les agissements. On a pu ainsi alléger considérablement les dépenses des bureaux de bienfaisance, et, sur 192,000 assistés, 7000 seulement reconnus incapables de pourvoir à leur propre subsistance reçoivent des secours d'une façon permanente. A Lille, la commission administrative, bien secondée par les Sœurs, a

également divisé les indigents en deux catégories. La première catégorie qui reçoit des secours toute l'année, la seconde qui n'en reçoit que du 1er novembre au 31 mars. Mais, en ce qui nous concerne, nous, médecins, nous voyons trop souvent la classe indigente chercher à nous circonvenir pour tirer quelques suppléments de secours.

Cela m'amène à vous parler des dispensaires de charité.

Le mot *dispensaire*, quoique communément employé, est absolument impropre : il désigne un ouvrage de matière médicale ; on l'applique encore au laboratoire (*dispensarium*) où se dispensent des médicaments ; le 23 frimaire an XI il fut attribué à un établissement de visite sanitaire, au point de vue des mœurs. Aujourd'hui, on entend par ce mot « un » établissement de bienfaisance institué pour donner gratui- » tement des soins et des médicaments aux malades indi- » gents qui peuvent être traités dans leur domicile » (Littré). Ces dispensaires sont fondés par les bureaux de bienfaisance ou par des associations charitables. Bien organisés, ils rendent de très grands services. Il serait bon que, comme à Londres, tous ces dispensaires établissent des relations entre eux afin, dans les villes importantes, de dépister l'imposture. Peut-être alors les efforts pour sortir le pauvre de son indigence seraient plus profitables, l'exploitation de la mendicité devenant moins fructueuse.

Médicalement, j'ai peu à m'arrêter à ces dispensaires. Vous savez quelle population les fréquente, et vous avez la mesure de l'utilité des secours qui y seront donnés, en face de ces desiderata constants : un bon lit et une nourriture convenable. La maladie frappe à coups répétés et pèse lourdement sur des organismes où les recettes nutritives ne parviennent point à compenser les dépenses. A cette insuffisance alimentaire s'ajoutent les excès de tout genre, et l'encombrement, ce milieu propice aux maladies zymotiques. Ayant à lutter contre un dénuement général, les secours à domicile sont à peu près stériles, le séjour à l'hôpital reste seul efficace ; c'est aussi là que le plus grand nombre vien-

nent finir une existence qu'ils ont péniblement traînée. Vous le voyez, Messieurs, la mission des dispensaires est essentiellement charitable et irrémédiablement limitée. Tout autre est celle de la policlinique qui laisse au moins l'espérance et promet des résultats socialement féconds.

La policlinique, ou clinique de ville, est une œuvre intermédiaire entre la pratique libre et les dispensaires de charité. Elle fonctionne parallèlement avec le bureau de bienfaisance, mais en est totalement indépendante. Elle est surtout applicable aux malades dont les ressources ne leur permettent point de se faire donner des soins à domicile par des médecins qui leur inspireraient toute confiance, mais dont l'honorarium est trop élevé, malades à qui il répugne, en outre, de se mêler aux classes nécessiteuses du bureau de bienfaisance ou de la clientèle hospitalière.

En Angleterre, où la mutualité est entrée dans les mœurs, puisque les sociétés de secours mutuels y comptent six millions d'adhérents, tandis qu'en France, pour une population de 1/6 plus considérable, il n'y en a que 730,000, en Angleterre, les dispensaires de prévoyance *(provident dispensaries)* sont alimentés :

1° Par les sociétés de secours mutuels;

2° Par des malades que recommandent des fondateurs d'œuvre de bienfaisance (1).

C'est là une œuvre profondément utile. Il s'agit d'établir une assurance mutuelle contre les atteintes de la maladie, et de soulager une classe laborieuse qui, sans être réduite à l'indigence, ne peut supporter les frais d'une maladie qui augmente les dépenses et suspend, ou tout au moins diminue, les recettes. C'est à la policlinique que les efforts des hommes de bien doivent particulièrement tendre. Avec cette institution, le nécessiteux reste distant de la classe indigente. Elle permet d'éviter l'hôpital, elle empêche la séparation de la famille

(1) V. Papillon. *Réforme dans l'enseignement clinique*, Lille. 1877, p. 10.

dont la ferme constitution est une des premières bases sociales. Dans ces jours néfastes où l'émeute ensanglante les rues, qui voit-on dans la tourmente? l'homme isolé, le célibataire, ou l'homme en révolte contre la société.

Aux nomades, aux isolés, aux indigents qu'une misère accablante laisse sans ressource, à eux revient l'hôpital, organisation charitable si parfaite, mais où les soins les plus compétents et les mieux entendus ne peuvent cependant faire que la mortalité en médecine, chirurgie et accouchements, n'y soit plus considérable qu'au domicile; et cela parce que les hôpitaux les plus hygiéniquement construits sont relativement encombrés et recèlent toujours, quoi qu'on fasse, des germes de maladie zymotique. La charité n'y peut rien, la science pas davantage. C'est pour cela que les hommes religieux favorisent la formation des sociétés de secours mutuels, et encouragent partout la constitution d'associations. C'est pour cela également qu'il faudrait généraliser les instituts policliniques. Il y aura d'abord sur les dépenses hospitalières une très grande économie, mais il y aura en plus cet inestimable bienfait humanitaire, diminution de mortalité, soit donc économie d'hommes; et puis, quelle différence dans l'atmosphère morale! le spectacle déprimant de l'hôpital avec ses grandes salles que troublent les gémissements de la souffrance, et, comme voisins, de pauvres gens à figure hâve ou animée par la fièvre. Par contre, dans le traitement à domicile, un milieu qui réconforte, qui relève l'âme abattue et réchauffe le cœur; des enfants qui distraient et animent la pauvre chambre ; et quel médecin n'a vu et admiré dans des familles d'ouvriers des actes d'abnégation et d'énergie courageuses! aussi devons-nous tendre à sauvegarder la famille, ce sanctuaire de tous les bons sentiments (1).

A Paris, il y a une institution admirable entre toutes : les petites Sœurs de l'Assomption, ou Sœurs servantes. Ces femmes dévouées sont garde-malades du pauvre à domicile.

(1) V. Boinet, *G. méd.* 1876, p. 25 et 38.

Elles ne reçoivent aucune rémunération, elles apportent leur nourriture, ou vont la prendre à la maison-mère. Elles sont à la fois garde-malades, elles soignent; servantes, elles font le ménage et préparent les repas; mères de famille, elles s'occupent des enfants; et ainsi, elles conservent le foyer. C'est là une noble institution. Avec de tels dévouements, le succès du traitement à domicile est assuré; et si une telle organisation pouvait s'étendre, le bien social qui en résulterait serait immense : s'occuper des malades, rendre rapidement l'homme à la santé, n'est-ce pas la mieux entendue des charités? Médecins, nous savons tous combien dans les maladies aiguës les soins médicaux deviennent inefficaces, si dans l'application du traitement la ponctualité fait défaut.

Ce n'est pas l'indigent qui reçoit avec indifférence ce que par une longue habitude il considère comme lui étant dû, qui estimerait à son prix cette familiale institution; mais l'ouvrier laborieux en sentira les bienfaits; et, de nos jours surtout, il y a peut-être là un puissant levier pour faire pénétrer le bien, et montrer à la population ouvrière que ce ne sont pas toujours les hommes qui la flattent le plus qui lui sont le plus dévoués. C'est là l'idéal de l'organisation de la policlinique que je voudrais voir, plus tard, s'implanter dans nos cités populeuses; vous en percevez les avantages et en entrevoyez le fonctionnement.

Il faut laisser aux indigents les secours du bureau de charité; mais par cela même qu'ils ont réclamé leur inscription, qu'ils se déclarent impropres à pourvoir à leur propre subsistance, qu'ils se mettent sous la tutelle et la dépendance sociales, ils devraient comme chez vous, Messieurs, être privés de leurs droits d'électeurs. Mais, à l'ouvrier laborieux, au petit commerçant, à cette classe d'hommes méritants et respectables que la gêne atteint, mais qui garde la fierté de ne point être mêlée aux imprévoyants et aux paresseux, s'adresse l'œuvre de la policlinique. L'action restrictive, qui paraît nécessaire dans les secours aux indigents, sera ici un grand bienfait. Il est bon, il est honnête, il est salutaire,

que les hommes en contact avec l'indigence ne voient point la dissipation être en quelque sorte rémunérée.

Le meilleur remède à cet abus de l'assistance, et à la certitude en cas de maladie de recevoir les soins nécessaires, est dans l'extension des sociétés de secours mutuels. Seulement, ces sociétés tendent à se transformer en institutions égoïstes, allant ainsi contre leur but en séparant ce qu'elles ont mission d'unir. Pourquoi n'admettent-elles point les femmes? C'est là un manque d'équité. Combien de ménages où le mari se dérange, ne se soutiennent que par le travail et les prodiges d'économie de la femme; pourquoi dès lors réserver à l'homme seul les bénéfices de l'association? Que le mari tombe malade, il recevra les visites du médecin, les médicaments et même une indemnité quotidienne pour vivre; et sa femme qui le soigne, le veille, tombant malade n'aura rien; ce n'est pas équitable. Mais, s'il est un point dont toute société de secours mutuels doit bien se pénétrer, c'est qu'abstraction faite de toute raison d'humanité, elle a intérêt à admettre les femmes. Quelques sociétés de secours le font déjà. A la société générale de Douai, sur 2000 membres, il y a 900 femmes; à Armentières, pour 666 hommes il y a 490 femmes sociétaires (1). Ces sociétés sont prospères. La mutualité séduit la femme, dont l'esprit est aussi prévoyant qu'il est rempli d'abnégation; elle, se prononçant, entraînera le mari. A Douai, pour 102 jeunes filles de moins de 20 ans, on ne comptait que 52 jeunes gens; on le voit : la proportion en faveur des femmes est relativement considérable. L'intérêt, ce mobile du monde économique, plaide également leur cause; pécuniairement même, les hommes y trouveraient avantage; et en voici la preuve :

Un ouvrier de société de secours mutuels, c'est-à-dire une tête choisie, donne environ cinq jours de maladie par an. Les femmes paraissent donner un peu moins; les simples indispositions sont chez elles plus fréquentes, mais les chances

V. Ducrocq. *Les sociétés de secours mutuels*. Lille 1872.

d'accidents sont plus nombreuses chez les hommes. Les femmes donnent 31 malades °/₀, les hommes 27 °/₀; mais chez les femmes la maladie ne dure que treize jours; chez les hommes, dix-huit. Et, en somme, les sociétaires hommes ont 4,90 de journées payées, et les femmes 4,40. Il n'y a donc aucune objection valable contre l'admission des femmes.

En dehors des secours mutuels, il y a toute une classe sociale à faire bénéficier de la policlinique : il s'agit des petits commerçants, des petits employés subalternes, des ouvriers n'appartenant à aucune corporation. Cette admission a été régularisée en Angleterre où ne manque pas l'esprit des choses pratiques : il y a des abonnements mensuels qui varient de 0 fr. 60 à 1 fr. 25, compris la délivrance gratuite des médicaments. Frais de bureau et dépenses de médicaments ne dépassent guère 15 °/₀ des recettes, et les médecins peuvent encore se partager annuellement (toute peine mérite salaire, et ce n'est là qu'une légitime rémunération), la respectable somme de quelques centaines de livres sterling. Dans ses documents sur les sociétés de secours mutuels, M. Ducrocq mentionne que, pendant dix ans, en France, la moyenne annuelle des honoraires des médecins a été de 1 fr. 80, et, prenant la moyenne de quinze ans d'une société, la dépense des médicaments ne s'est élevée qu'à 0 fr. 87; ce qui, incidemment, vous démontre, Messieurs, que les pharmaciens gagneraient peu s'ils ne vendaient que les médicaments véritablement nécessaires.

Ces chiffres prouvent que, pour peu d'argent, beaucoup de bien peut être produit.

Le mécanisme de cette organisation est simple et n'implique aucune humiliation : c'est une assurance contractée en santé pour parer aux dépenses de la maladie; moyennant une prime mensuelle, il y a indemnité en cas de sinistre. Les Anglais désignent cette institution sous le nom de dispensaire de prévoyance, la qualification en désigne le but.

Quand les malades ne peuvent venir à la policlinique, mais seulement dans ce cas, ils sont visités à domicile. En

dehors des assurés, la policlinique n'est point fermée à la bienfaisance; moyennant une souscription annuelle de 30 fr. le souscripteur reçoit une carte qui lui permet de recommander un, puis successivement plusieurs malades. La carte est retenue dès la première consultation, et toute inexactitude de la part du malade entraîne sa radiation. La carte est alors renvoyée au souscripteur.

Les conditions d'existence de la policlinique assurées, comment l'établir?

Dans toute œuvre de bienfaisance, le côté financier ne saurait être négligé. Les ressources sont toujours au-dessous des secours à fournir ; et toute dépense inutile limite ou oblige à restreindre le bien qu'on aurait pu faire.

Il faut choisir un local au centre de la clientèle à former; il y a là une économie de temps que la classe ouvrière apprécie—c'est son capital. Ici, Messieurs, permettez-moi de vous dire ce que nous avons fait à Lille.

L'Université catholique, pénétrée de l'importance d'une telle organisation qui tout en faisant beaucoup de bien donne des ressources d'étude considérables, a fondé deux dispensaires. Elle n'a pas voulu séparer la charité de l'enseignement. Ses dispensaires sont ouverts à tous, on donne les médicaments aux indigents, et les malades y affluent. Mon collègue, M. Faucon, et moi, avons établi sur un autre point de la ville une policlinique où ne sont traitées que les maladies des femmes, des yeux et du larynx. Le résultat de ces créations fut décisif. A Lille, vous le savez, il y deux Facultés de médecine; aucune autre ville connue ne possède semblable avantage. Les fondateurs de l'Université catholique avaient décidé la création d'une faculté de médecine, le gouvernement, — meilleur que la loi qui s'y était refusée,— voulut stimuler sans doute l'ardeur de la faculté naissante en lui suscitant une faculté ... émule. Voilà comment Lille possède deux facultés de médecine. La faculté de l'État qui jusqu'alors s'était bornée à observer ce que nous faisions, vient à son tour d'entrer en lice, et de fonder, elle aussi, des

dispensaires. Elle l'a fait, s'efforçant de réussir. Le doyen, les professeurs de clinique, tous les combattants les plus renommés, sont descendus dans l'arène, cherchant à établir un courant de malades consultants. Pour donner à de telles organisations des chances de succès, il faut qu'elles soient dirigées, puisqu'elles embrassent toute la médecine, par un praticien consommé, apte à poser des diagnostics rapides et pouvant juger promptement de la manière dont les services fonctionnent. C'est là une condition absolue.

De toutes ces fondations, il résulte un grand bien pour la classe ouvrière. Quelques médecins de la ville en pâtissent, ils y perdent bien quelques clients, mais un avantage inestimable en surgit : c'est que les spécialités que suscite cette répartition du travail exercent la plus heureuse influence sur les progrès de la médecine pratique.

Dans notre policlinique, les locaux sont simples : une salle d'attente, une salle de consultations et opérations, un cabinet noir pour ophthalmologie et laryngoscopie. Au total donc, trois pièces dont une, la salle de consultation, a une porte de dégagement indépendante de la salle d'attente, afin d'établir un circulus régulier. Le personnel nécessite tout simplement une femme qui vient chaque jour passer deux heures, pour approprier les locaux, recevoir le public et faire respecter l'ordre d'arrivée. Les médicaments sont fournis par les pharmaciens de la ville à des prix spéciaux ; nous pensons pouvoir bientôt faire donner également des bains à prix réduits.

Tout ce mécanisme est simple, et il permet de subvenir à toutes les exigences. Pour cela, il suffirait d'organiser les consultations à des heures différentes, sans aucun agrandissement de local. Aux deux médecins directeurs sont adjoints de jeunes docteurs ou suppléants qui se forment à la pratique.

Je termine, Messieurs, en vous citant des chiffres qui, je l'espère, porteront la conviction dans vos esprits, et peut-être contribueront à faire de vous des apôtres de la policlinique, en montrant l'économie d'existences humaines que donne la pratique en ville sur la pratique hospitalière ; et pour cela je

prendrai une fonction physiologique, l'accouchement, qui, plus que la chirurgie et surtout que la médecine, donne des résultats exactement comparables. Eh bien, il y a à Paris, à la maternité, 1 décès sur 21 accouchements; dans la clientèle des bureaux de bienfaisance, 1 sur 142; dans la clientèle de ville, 1 sur 322. A Lille, pendant les années 1875 et 1876, la mortalité de l'hôpital St-Sauveur a été de 1 sur 49, tandis que, chez les Sœurs de la Charité maternelle, sur 289 accouchements il n'y a pas eu un décès. Votre attention en sera plus frappée encore, quand j'ajouterai que c'est le même médecin qui est chargé des accouchements à l'hôpital St-Sauveur et chez les les Sœurs de la Charité maternelle. Vous voyez combien est puissante l'action des milieux.

En présence de chiffres aussi démonstratifs, vous ferez sans doute avec moi, Messieurs, des vœux pour la généralisation des instituts policliniques.

Dr E. Papillon.
Prof. de Clinique à l'Univ. cath. de Lille.

LE DARWINISME

ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX.

DEUXIÈME ARTICLE (1).

§ II. — PRINCIPE DE L'ANTITHÈSE.

Nous avons déjà défini avec Darwin le principe de l'antithèse.

Aiguillonnés par un sentiment ou un désir dont la satisfaction requiert des mouvements ou des gestes déterminés, nous agissons en conséquence, et les expressions qui se forment ainsi s'expliquent par l'*association des habitudes utiles*. Mais si nous nous trouvons sous une impression complétement opposée à la situation d'esprit qui avait provoqué des actes utiles en harmonie avec elle, nous éprouvons, dit Darwin, sous ce stimulant nouveau, une *tendance* énergique à accomplir des mouvements également opposés, *quand même ces mouvements opposés n'auraient jamais été d'aucune utilité* (2); et telle est la source des expressions émotionnelles

(1) Voir la livraison précédente.

(2) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 50.

expliquées par le second principe. On voit, d'après cela, comment le principe de l'antithèse se distingue des deux autres.

Souvent des désirs ou sentiments opposés appellent respectivement pour leur satisfaction des mouvements opposés qui, de part et d'autre, conduisent à un but déterminé, et sont utiles, soit encore actuellement, soit du moins d'après leur signification originelle. Dans ce cas, malgré l'opposition de leurs caractères, les expressions qui dérivent de ces mouvements, ne s'expliquent, ni les unes ni les autres, par le principe de l'antithèse, mais toutes dépendent de l'association des habitudes utiles.

Parfois dans des situations opposées, les expressions sont différentes uniquement par l'influence directe du système nerveux dont l'action est tout opposée dans les deux circonstances. C'est ainsi que Darwin explique, indépendamment du principe de l'antithèse, la plupart des contrastes de la joie et de la souffrance.

Par conséquent, si les mouvements expressifs ne sont que le résultat d'une exubérance ou d'une insuffisance de l'excitation nerveuse ; ou bien si, considérés dans leur signification essentielle et primitive, ils répondent à un but utile, l'évocation du principe de l'antithèse n'a alors aucune raison d'être. En un mot, d'après ce principe, tel que le conçoit Darwin, *certains mouvements seraient devenus habituels et instinctifs..... uniquement parce qu'ils seraient les contraires d'autres mouvements* (1).

Voyons les principaux faits sur lesquels Darwin prétend établir sa thèse. Ils appartiennent tout à la fois aux animaux inférieurs et à l'homme. Indiquons ensuite comment se seraient développés les mouvements dus au principe de l'antithèse.

(1) Voir Léon Dumont, *Le transformisme en Angleterre ; Revue scientifique*, 3 mai 1873, p. 1037. Paris.

I. Le principe de l'antithèse chez les animaux.

Darwin ne cite guère, parmi les animaux, à l'appui de son second principe, que les attitudes affectueuses du chien et du chat comparées respectivement aux attitudes de colère de ces mêmes animaux.

Voyez, nous dit-il, le chien qui s'approche menaçant d'un homme ou d'un chien étranger. Il marche droit et raide; sa tête est légèrement soulevée ou du moins peu abaissée; sa queue est relevée et rigide; son poil se hérisse, surtout sur le cou et sur le dos; ses oreilles tendues se portent en avant et ses yeux ont un regard fixe. Tout dans l'attitude de l'animal annonce l'intention d'une attaque. Mais supposons que tout à coup le chien reconnaisse, au lieu d'un étranger, son maître chéri, à l'instant tout est renversé dans l'attitude que nous avons décrite. L'animal se tenait droit et raide, maintenant il fléchit tout entier ou même devient rampant; son corps ondule d'un bout à l'autre; sa queue n'est plus droite et rigide, elle est abaissée et remuée de côté et d'autre; le poil redevient aussitôt uni; les oreilles retombent et sont tirées en arrière, et les lèvres pendent sans effort. Le retrait des oreilles en arrière allonge la paupière, et par suite les yeux perdent leur rondeur et leur regard fixe. L'animal est d'ailleurs alors tout entier à la joie; il en résulte une excitation nerveuse qui doit nécessairement conduire à l'action (1).

D'après Darwin, tous ces mouvements qui expriment avec tant de clarté l'affection du chien pour son maître, ne sont d'aucune utilité directe à l'animal lui-même. Dans l'attitude de la colère tout était intelligible comme préparation à une attaque prochaine. Ici, au contraire, les mouvements par lesquels le chien témoigne son affection pour son maître, sont posés par une tendance instinctive, uniquement, pense le savant anglais, parce qu'ils sont les contraires des mouvements provoqués par la colère.

(1) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 50-51.

Passons maintenant au chat.

Lorsque cet animal est irrité et prêt à combattre, il se tient rampant, le corps étendu ; toute la queue ou le bout seulement ondule d'un côté à l'autre ; les oreilles sont étroitement couchées en arrière, la gueule est en partie ouverte et montre les dents ; les pattes de devant sont parfois étendues avec les griffes en dehors ; parfois aussi la bête fait entendre un grognement sauvage (1).

Mais si, en regard de cette attitude de combat, nous considérons les mouvements d'expression d'une chatte lorsqu'elle caresse son maître, nous trouvons des caractères complétement opposés. Tout à l'heure l'animal était rampant, *maintenant il se tient droit et courbe légèrement le dos. Par suite le poil a plutôt une apparence de rudesse, quoique en réalité il ne soit pas du tout hérissé.* Tout à l'heure la queue étendue ondulait d'un côté à l'autre, maintenant *elle est tout à fait raide et relevée perpendiculairement ; les oreilles sont droites et pointues, la gueule est fermée ; et la chatte se frotte contre son maître en faisant entendre son ron-ron au lieu d'un grognement* (2).

Combien, nous dit Darwin, tous ces mouvements affectueux du chat sont différents de ceux du chien qui pour caresser son maître, rampe et ondule, les oreilles tombantes et en agitant sa queue abaissée. Or, d'après lui, le contraste dans les attitudes et les mouvements de ces deux carnassiers, sous l'impression d'un même sentiment affectueux et caressant, ne peut s'expliquer que par l'opposition complète de tous ces mouvements à ceux qu'exécutent respectivement ces animaux lorsqu'ils se préparent à combattre (3). Le chien combat exclusivement avec les dents, et lorsqu'il est irrité, il prend une attitude en conséquence ; mais s'il veut caresser, l'animal par une tendance instinctive, accomplit des mouvements

(1) Voir l'ouvrage cité, p. 56.
(2) Voir l'ouvrage cité, p. 56-57.
(3) Ibidem, p. 57.

absolument opposés. Le chat, au contraire, combat principalement avec les griffes ; par conséquent son attitude dans la colère ne saurait être la même que celle du chien : les mouvements affectueux ne sauraient non plus être les mêmes, si la race féline obéit à la loi de l'antithèse.

II. Le principe de l'antithèse chez l'homme.

Darwin cite aussi quelques exemples d'expression humaine qui, d'après lui, ne s'expliqueraient que parce qu'ils sont les *contraires* d'autres mouvements.

Lorsque, dans un cas, un homme est convaincu de son impuissance, et qu'il veut manifester l'inutilité de tous ses efforts pour prévenir un mal ou réaliser quelque bien, il fait parfois des gestes hautement expressifs. Il soulève *avec rapidité*, dit Darwin, mais, pensons-nous, plus souvent avec une certaine *lenteur*, les deux épaules. Et en même temps si le geste est complet, il replie ses coudes en dedans, élève les mains et les tourne en dehors avec les doigts écartés. Souvent la tête est un peu penchée de côté ; les sourcils sont élevés, et il en résulte des plis à travers le front. La bouche est généralement ouverte (1). Ces gestes sont accompagnés de paroles telles que celles-ci : *Que pouvais-je faire à cela?* ou bien : *Cela m'est impossible,* et autres formules analogues (2).

« Pas un des mouvements décrits, nous dit Darwin, n'est de la moindre utilité. L'explication réside, je n'en puis douter, dans le principe de l'antithèse inconsciente. L'intervention de ce principe semble ici aussi évidente que dans le cas du chien qui, lorsqu'il est irrité, se place dans l'attitude convenable pour attaquer son ennemi et lui paraître terrible ; mais qui dès le moment où il se livre à des sentiments affectueux, imprime à tout son corps une attitude complétement opposée, quoique celle-ci ne lui soit directement d'aucune utilité.

(1) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 264.
(2) Ibidem, p. 269.

» Que l'on observe comment un homme courroucé qui ressent et ne veut pas subir quelque injure, tient la tête droite, carre ses épaules et gonfle sa poitrine. Souvent il serre les poings et présente un bras, ou tous les deux, dans la position propre pour l'attaque ou la défense, en même temps que les muscles des membres sont rigides. Il fronce, c'est-à-dire, contracte et abaisse ses sourcils; et comme signe de détermination, il tient la bouche fermée. Les actions et l'attitude d'un homme qui se sent impuissant, sont à tous égards exactement inverses... L'homme découragé contracte sans le savoir les muscles du front qui sont les antagonistes des corrugateurs, et il relève ainsi ses sourcils. En même temps il relâche les muscles qui entourent la bouche, en sorte que la mâchoire inférieure est pendante. Il y a antithèse complète pour chaque détail, non-seulement dans les mouvements des traits, mais encore dans la position des membres et dans l'attitude de tout le corps... Comme l'homme impuissant ou qui veut s'excuser, désire souvent montrer sa disposition d'esprit, il étale alors ses gestes d'une manière démonstrative (1). »

(1) « None of the above movements are of the least service. The explanation lies, I cannot doubt, in the principle of unconscious antithesis. This principle here seems to come into play as clearly as in the case of a dog, who, when feeling savage, puts himself in the proper attitude for attacking and for making himself appear terrible to his enemy; but as soon as he feels affectionate, throws his whole body into a directly opposite attitude, though this is of no direct use to him.

» Let it be observed how an indignant man, who resents, and will not submit to some injury, holds his head erect, squares his shoulders, and expands his chest. He often clenches his fists, and puts one or both arms in the proper position for attack or defence, with the muscles of his limbs rigid. He frowns, — that is, he contracts and lowers his brows, — and, being determined, closes his mouth. The actions and attitude, of a helpless man, are, in every one of these respects, exactly the reverse... The helpless man unconsciously contracts the muscles of his forehead which are antagonistic to those that cause a frown, and thus raises his eyebrows; at the same time he relaxes the muscles about the mouth, so that the lower

L'étonnement se manifeste quelquefois par des mouvements que Darwin rapporte également au principe de l'antithèse. Tels sont les suivants : « Dans la surprise on élève souvent les mains ouvertes jusqu'au-dessus de la tête, ou seulement jusqu'au niveau de la face si les bras sont fléchis. La paume de la main est dirigée vers la personne qui cause l'étonnement, et les doigts étendus sont séparés (1). » De même certaines personnes, indépendamment des autres traits propres à la surprise, étendent alors en arrière leurs bras raidis avec les doigts ouverts et séparés les uns des autres (2).

Voici comment Darwin explique ces attitudes :

« Un homme, nous dit-il, dans une disposition ordinaire d'esprit, ne faisant rien et ne pensant à rien de particulier, tient d'habitude ses deux bras pendant librement à ses côtés, avec les mains à demi-fermées et les doigts rapprochés les uns des autres. Par conséquent élever les bras tout à coup soit les bras tout entiers ou seulement les avant-bras, étaler les mains ouvertes et séparer les doigts, — ou, de même, raidir les bras en les étendant par derrière avec les doigts séparés, — ce sont là des mouvements en opposition complète avec ceux que l'on garde dans une situation d'esprit indifférente, et comme conséquence ils sont produits inconsciemment par un homme étonné. Souvent aussi il y a désir d'afficher sa surprise d'une manière manifeste, et les attitudes décrites sont parfaitement appropriées à ce but (3). »

» jaw drops. The antithesis is complete in every detail, not only in the mo-
» vements of the features, but in the position of the limbs and in the attitude
» of the whole body... As the helpless or apologetic man often wishes to
» show his state of mind, he then acts in a conspicuous or demonstrative
» manner. » Ch. Darwin. *The expression of the emotions*, p. 271-272.

(1) « A surprised person often raises his opened hands high above his
» head, or by bending his arms only to the level of his face. The flat palms
» are directed towards the person who causes this feeling, and the straighte-
» ned fingers are separated. » Ibidem, p. 286.

(2) Ibidem, p. 287.

(3) « A man in an ordinary frame of mind, doing nothing, and thinking
» of nothing in particular, usually keeps his two arms suspended laxly by his

III. — Mode de développement des mouvements expressifs dus au principe de l'antithèse.

Darwin ne pense pas que les mouvements qui rentrent sous le second principe, aient été d'abord, comme il l'imagine pour le premier, *délibérément combinés et exécutés avec connaissance de cause (deliberately invented and consciously performed)* (1).

« Quoique, nous dit-il, les chiens expriment et puissent avoir le désir d'exprimer aux autres chiens et à l'homme, qu'ils sont dans des dispositions amicales, il n'est pas croyable qu'ils puissent avoir jamais délibérément pensé à retirer en arrière et à coucher leurs oreilles au lieu de les tenir droites, — à abaisser et agiter la queue au lieu de la tenir raide et relevée, etc., parce qu'ils savaient que ces mouvements étaient en opposition directe avec ceux que provoquent des dispositions contraires et hostiles (2). »

Darwin ne raisonne pas autrement au sujet des expressions humaines qu'il attribue au principe de l'antithèse. Ainsi quoique l'intervention de la volonté puisse rendre plus

» sides, with his hands somewhat flexed, and the fingers near together. » Therefore, to raise the arms suddenly, either the whole arms or the » fore-arms, to open the palms flat, and to separate the fingers, — or, again, » to straighten the arms, extending them backwards whith separated fingers, » — are movements in complete antithesis to those preserved under an in- » different frame of mind, and they are, in consequence, unconsciously as- » sumed by an astonished man. There is, also, often a desire to display » surprise in a conspicuous manner, and the above attitudes, are well fitted » for this purpose. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 288.

(1) Ouvrage cité, p. 62.

(2) « Although dogs do thus express, and may wish to express, to other » dogs and to man, that they are in a friendly state of mind, it is incredible » that they could ever have deliberately thought of drawing back and de- » pressing their ears, instead of holding them erect, — of lowering and » wagging their tails, instead of keeping them stiff and upright, etc., because » they knew that these movements stood in direct opposition to those assu- » med under an opposite and savage frame of mind. » Ibidem, p. 63-64.

apparent le geste de l'impuissance, cela n'empêche pas le naturaliste anglais de croire que les origines de ce mode d'expression, comme de tous ceux qui dépendent du second principe, ont été tout à fait inconscientes.

« Il est extrêmement improbable, nous dit-il, que ce geste ait été d'abord délibérément combiné et plus tard fixé par l'habitude. Car non-seulement les jeunes enfants parfois soulèvent leurs épaules dans les mêmes dispositions d'esprit, mais... ce mouvement est accompagné de divers mouvements subordonnés, qui ne sont pas remarqués par une personne sur mille, à moins qu'elle n'ait apporté une attention spéciale à la matière (1). »

Mais s'il en est ainsi, puisque le concours de la volonté ne peut rendre raison de la première origine de telles expressions, comment ces actions inutiles seraient-elles devenues habituelles uniquement parce qu'elles sont les contraires d'autres actions utiles ? L'écrivain anglais pose comme point de départ ce fait : *dans l'ordre des opérations volontaires, les mouvements opposés que nous avons exécutés dans le cours de la vie, ont requis la mise en jeu de muscles opposés* (2). Cela posé, voici comment raisonne Darwin au sujet de la genèse des mouvements qui nous occupent.

« Comme l'exécution de mouvements ordinaires d'une nature opposée sous les impulsions opposées de la volonté, est devenue chose habituelle chez nous et les animaux inférieurs, de même, lorsque des actions d'un genre déterminé sont devenues invariablement liées à quelque sensation ou émotion, il semble naturel que des actions d'un genre tout à fait opposé, quoique parfaitement inutiles, soient inconsciemment

(1) « It is extremely improbable that it was at first deliberately invented. » and afterwards fixed by habit; for not only do young children sometimes » shrug their shoulders under the above states of mind, but the movement is » accompanied,..... by various subordinate movements, which not one man » in a thousand is aware of, unless he has specially attended to the sub- » ject. » Ibidem, p. 63.

(2) Voir l'ouvrage cité, p. 64.

exécutées par suite de l'habitude et de l'association, sous l'influence de quelque sensation ou émotion directement opposée. C'est seulement en vertu de ce principe que je puis comprendre l'origine des gestes et des expressions qui viennent se grouper sous le présent titre de l'antithèse. A la vérité, si ces mouvements sont utiles à l'homme ou à tout autre animal pour compléter l'expression des cris inarticulés ou du langage, ils seront aussi employés volontairement, ce qui en fortifiera l'habitude. Mais qu'ils soient utiles ou non utiles comme moyen de communication, la tendance à exécuter des mouvements opposés sous l'empire de sensations ou émotions opposées, si nous en jugeons par analogie, deviendrait héréditaire par un long usage; et il ne saurait y avoir de doute que plusieurs mouvements expressifs dus au principe de l'antithèse, ne soient effectivement hérités (1). »

En résumé donc, Darwin explique ainsi le développement et la fixation des expressions dues au principe de l'antithèse. Lorsqu'il s'agit de mouvements opposés qui, de part et d'autre, ont un but utile, ils s'associent à l'impression du besoin ou de la sensation d'où ils émanent. Il est donc naturel, selon Darwin, d'admettre que des mouvements opposés,

(1) « As the performance of ordinary movements of an opposite kind, under opposite impulses of the will, has become habitual in us and in the lower animals, so when actions of one kind have become firmly associated with any sensation or emotion, it appears natural that actions of a directly opposite kind, though of no use, should be unconsciously performed through habit and association under the influence of a directly opposite sensation or emotion. On this principle alone can I understand how the gestures and expressions which come under the present head of antithesis have originated. If indeed they are serviceable to man or to any other animal, in aid of inarticulate cries or language, they will likewise be voluntarily employed, and the habit will thus be strengthened. But whether or not of service as a means of communication, the tendency to perform opposite movements, under opposite sensations or emotions would, if we may judge by analogy, become hereditary through long practice; and there cannot be a doubt that several expressive movements due to the principle of antithesis are inherited. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 65.

même s'ils sont inutiles, se produisent aussi par association sous une impression opposée à celle qui avait conduit à des actes coordonnés pour une fin. Produits de la sorte par association, ils se seraient fixés par l'habitude comme dans le premier principe.

§ III. — PRINCIPE DE L'ACTION DIRECTE DU SYSTÈME NERVEUX.

Rappelons d'abord comment Darwin énonce ce troisième principe :

Lorsque ni le principe de l'association des habitudes utiles, ni le principe de l'antithèse ne peut rendre raison d'un phénomène expressif, Darwin l'explique par l'*action directe du système nerveux*. Sous l'impression d'une émotion, la force nerveuse est produite en excès et elle se transmet dans des directions déterminées par la connexion des cellules nerveuses, ou bien, en ce qui concerne le système musculaire, par la nature des mouvements habituels (1). D'autres fois, au contraire, *le courant nerveux paraît interrompu* (2), et il en résulte aussi des phénomènes qui trahissent la nature des émotions ressenties.

A la vérité, il n'est pas d'action quelconque qui ne dépende de l'influence nerveuse, les mouvements rangés sous les deux premiers principes, comme ceux que nous considérons maintenant. Mais Darwin explique par l'action directe du système nerveux, les mouvements *qui n'ont pas d'autre explication possible* : c'est là le criterium.

Les phénomènes expressifs de ce genre sont, d'ailleurs, d'observation fréquente.

Un cas très connu et des plus remarquables, est celui de

(1) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*. p. 66.
(2) Ibidem.

la décoloration des cheveux sous l'empire d'un extrême chagrin ou de la terreur. Lors d'une exécution faite aux Indes, et dont un récit authentique a été conservé, le condamné blanchit avec une telle rapidité que le progrès de la décoloration pouvait être suivi de l'œil (1).

Le tremblement musculaire que l'on observe à la fois chez l'homme et chez les animaux inférieurs, est un autre phénomène dû au trouble du système nerveux. Comme ce tremblement, non-seulement n'est pas utile, mais souvent est fort nuisible à l'individu qui en est affecté, Darwin évidemment ne peut l'envisager comme *primitivement acquis au moyen de la volonté, et devenu plus tard habituel par suite de l'association avec une émotion quelconque* (2). Les causes les plus diverses font, d'ailleurs, naître ce phénomène : sensation de froid à la surface du corps, empoisonnement du sang, *delirium tremens* et autres maladies, dépression de toutes les forces dans la vieillesse; épuisement par suite d'une fatigue excessive ; accidents locaux tels que brûlures, etc. De toutes les émotions, la crainte, comme tout le monde sait, est la plus apte à produire ce tremblement; mais parfois une grande colère ou même une joie vive a le même effet. C'est ainsi que Darwin rapporte deux exemples où la joie éprouvée par des chasseurs au moment où ils avaient abattu leur première pièce de gibier, leur avait fait trembler les mains au point qu'ils étaient devenus incapables de recharger leurs fusils. Toutes ces causes sont fort disparates, et la matière est fort obscure, ainsi que le remarque le savant (3) qui a fourni à Darwin une bonne part des données relatives à ce point. « Comme le tremblement est quelquefois causé par la rage, longtemps avant la période d'épuisement, et comme ce phénomène accompagne parfois une grande joie, il semblerait que toute violente excitation du système

(1) Voir l'ouvrage cité, p. 67.
(2) Ibidem.
(3) Sir J. Paget.

nerveux fût de nature à interrompre le courant régulier de la force nerveuse aux muscles (1). »

Les modifications des sécrétions du canal alimentaire et de certaines glandes, telles que le foie, les reins et les glandes mammaires; le trouble dans les battements du cœur; la sueur et d'autres phénomènes que l'observation journalière constate, dépendent aussi de l'influence directe du système nerveux.

Les phénomènes variés par lesquels se manifeste la crainte, sont dus surtout à cette influence. Il y a cependant à distinguer à cet égard. Ainsi le tremblement des muscles, le hérissement de la chevelure, une sueur froide, la pâleur, se rattachent très bien à l'action immédiate des centres nerveux. Mais les yeux largement ouverts s'expliquent par le désir de voir le danger qui menace. Et d'après Darwin, les battements tumultueux du cœur, le relâchement des muscles et la prostration de tout l'organisme, ne seraient que les effets d'un violent exercice, effets évoqués par l'association parce que, durant d'innombrables générations, les animaux et les hommes ont cherché dans une fuite échevelée, le salut contre leurs ennemis.

Les cris et les gémissements, les contorsions du corps et le grincement des dents dans la souffrance, s'expliquent par l'excitation directe du sensorium, mais ils peuvent aussi être produits volontairement, soit comme appel de secours, soit pour faire diversion à la douleur.

La fureur et la rage fournissent aussi d'excellents exemples d'expressions dues à l'exubérance de la force nerveuse dégagée du sensorium. Le cœur bat vivement ou d'une manière désordonnée. La face tantôt rougit au point de devenir pourpre, tantôt devient d'une pâleur mortelle. La respiration

(1) « As the trembling is sometimes caused by rage, long before exhaus-
» tion can have set in, and as it sometimes accompanies great joy, it would
» appear that any strong excitement of the nervous system interrupts the
» steady flow of nerve-force to muscles. » Ouvrage cité, p. 68.

est entrecoupée. On se livre à des gestes frénétiques. Cependant le plus souvent les gestes de la fureur sont menaçants, et simulent un commencement d'attaque. A cet égard ils ne s'expliquent pas par le troisième principe, mais bien par l'association à un but utile (1).

Dans l'étonnement nous tenons la bouche ouverte, et cela résulte, en partie du moins, de ce que l'attention étant énergiquement concentrée sur un objet, tout le corps est comme oublié, et la force nerveuse ne se distribue que faiblement aux différents organes, en sorte que la mâchoire inférieure imparfaitement soutenue retombe par son poids (2). Ce point a été surtout bien présenté par Gratiolet (3). Les singes n'offrent rien de semblable, ce qui embarrasse un peu Darwin. « Jamais, nous dit-il, un singe étonné n'a tenu la bouche ouverte... Ce fait est surprenant, car chez l'homme il n'est guère d'expression plus répandue que cette bouche qui s'ouvre largement sous l'impression de l'étonnement (4). »

Parmi les phénomènes dus à l'influence directe du système nerveux, il en est quelques-uns sur lesquels Darwin s'étend tout particulièrement; c'est le *rire*, le *hérissement des appendices dermiques* et la *rougeur provoquée par un sentiment de honte ou de modestie*. Nous allons donc avec lui nous appesantir un peu sur ces différents points.

I. Le rire.

A. *Caractères et conditions du rire.*

Le rire occupe longuement Darwin. S'il est un phénomène expressif connu de tous, c'est bien celui-là.

(1) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 74.

(2) Voir l'ouvrage cité, p. 283-284.

(3) Voir Pierre Gratiolet, *De la physionomie et des moyens d'expression*. 3e édition, p. 254-257. Paris.

(4) « In no case did any monkey keep its mouth open when it was astonished... This fact is surprising, as with mankind hardly any expression is more general than a widely open mouth under the sense of astonishment. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 145.

Dans le vrai rire, le son émis est produit par une inspiration profonde suivie de contractions rapides, saccadées et spasmodiques, de la poitrine et spécialement du diaphragme. Les commissures de la bouche sont tirées en arrière et en haut par la contraction du *grand zygomatique* (1), la lèvre supérieure et les joues se relèvent. La paupière inférieure est plissée; l'œil brille, quoiqu'il soit en partie caché, et l'on voit parfois couler les larmes.

Darwin ne voit essentiellement dans le rire que l'expression de la simple joie (2). Il en donne comme preuve la gaîté des idiots qui se traduit souvent en rires bruyants, quoique, pense-t-il, chez eux la joie ne puisse le plus souvent s'associer à aucune idée distincte (3).

Le naturaliste anglais se trouve ainsi amené à n'établir aucune distinction nette entre le sourire et le rire. Selon lui, il y aurait une gradation insensible du franc rire au rire modéré, de celui-ci aux diverses nuances du sourire, et enfin du sourire à l'expression de la simple bonne humeur (4).

« Entre le rire modéré et le large sourire, nous dit Darwin, il n'y a guère de différence, excepté que le sourire ne s'accompagne de l'émission d'aucun son réitéré, mais souvent au commencement du sourire on entend plutôt une seule forte expiration, un bruit léger ou une espèce de rire rudimentaire (5). »

Cependant Darwin constate que chez les grandes personnes le rire est excité par des causes bien différentes de celles

(1) Le *grand zygomatique* est un muscle qui part de l'apophyse zygomatique de l'os des tempes, et s'insère à l'angle de la bouche.

(2) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*. p, 198.

(3) Ibidem, p. 199.

(4) Ibidem, p. 208.

(5) « Between a gentle laugh and a broad smile there is hardly any diffe- » rence, excepting that in smiling no reiterated sound is uttered, though a » single rather strong expiration, or slight noise, — a rudiment of laugh, — » may often be heard at the commencement of a smile. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 210.

qui suffisent à le provoquer dans l'enfance. « Quelque chose, nous dit-il, de malséant ou de bizarre, qui fait naître la surprise ou le sentiment vague de sa supériorité chez le rieur, — celui-ci étant d'ailleurs de bonne humeur, — semble être la cause la plus commune (1). »

B. *Le rire nous vient-il des animaux inférieurs?*

Au sens de Darwin, la question se résout essentiellement en cherchant si le rire se retrouve chez les animaux inférieurs.

Ce point est palpitant d'intérêt au point de vue du système. Les singes étant, aux yeux de Darwin, nos consanguins les plus proches dans le règne animal, c'est sur eux qu'il a particulièrement dirigé ses recherches ; et il insiste sur les résultats acquis, parce que, selon lui, ils établissent que les quadrumanes ont la faculté de rire, et confirment à cet égard sa thèse relativement à notre origine simienne.

C'est ainsi que les jeunes chimpanzés témoignent leur joie du retour d'une personne chère en faisant entendre *une espèce d'aboiement*, *a kind of barking noise* (2). Or, au *Jardin zoologique* de Londres, les gardiens *appellent* cela un rire. Les lèvres de l'animal s'avancent alors, comme cela lui arrive d'ailleurs sous l'influence d'émotions diverses, et même de la colère. Cependant Darwin a remarqué que dans la colère, cette espèce de moue des lèvres est un peu différente de celle qui accompagne la joie (3).

Si l'on chatouille un jeune chimpanzé, surtout aux aisselles qui chez lui, comme chez les jeunes enfants, sont particulièrement sensibles au chatouillement, *les sons émis se rapprochent décidément davantage du rire; parfois pourtant ce rire est tout à fait silencieux* (4). En même temps les

(1) « Something incongruous or unaccountable, exciting surprise and some » sense of superiority in the laugher, who must be in a happy frame of » mind, seems to be the commonest cause. » Ibidem, p. 200.

(2) Ouvrage cité, p. 192.

(3) Voir l'ouvrage cité, p. 132.

(4) « A more decided chuckling or laughing sound is uttered ; though the » laughter is sometimes noiseless. » Ibidem, p. 133.

coins de la bouche sont tirés en arrière et, par suite, les paupières inférieures se plissent parfois légèrement ; cependant cette particularité est plus prononcée chez d'autres singes. Les yeux brillent. Néanmoins « chez le chimpanzé, nous dit Darwin, les dents de la mâchoire supérieure ne se découvrent pas lorsqu'*ils* (1) font entendre *leur* rire, et à cet égard *ils diffèrent* de nous (2). »

De même chez les jeunes orangs, le chatouillement excite des grimaces avec un son analogue au rire ; en même temps augmente l'éclat des yeux. Aussitôt que cesse leur rire, une expression fugitive court sur leur face, et cette expression, dit Darwin, *ainsi que l'a fait remarquer M. Wallace, peut être appelée un sourire* (3). Un singe apprivoisé a aussi montré au Dr Duchenne les commissures de la bouche relevées légèrement lorsqu'on lui offrait un mets de prédilection.

Darwin cite encore d'autres exemples des sons émis ou de la rétraction en arrière des coins de la bouche, lorsque les singes éprouvent des impressions agréables. Mais il s'arrête particulièrement à deux cas.

Après avoir remarqué qu'une espèce quadrumane, le *Cebus hypoleucus*, sous l'émotion du plaisir, émet, d'une manière répétée, une note aiguë, et tire en arrière les coins de la bouche, Darwin continue :

« Le singe de Barbarie *(Inuus ecaudatus)* possède cette faculté à un degré extraordinaire ; et j'ai remarqué que chez lui la peau des paupières inférieures se plissait alors beaucoup. En même temps, il agitait avec rapidité et par un mouvement spasmodique la mâchoire inférieure ou les lèvres, et montrait les dents. Mais le bruit produit n'était guère plus distinct que celui que nous appelons quelquefois un rire

(1) Je traduis ici littéralement, en employant le pronom au pluriel quoiqu'il se rapporte à un nom singulier.

(2) « The teeth in the upper jaw in the chimpanzee are not exposed when » they utter their laughing noise, in which respect they differ from us. » Ouvrage cité, p. 133.

(3) Ibidem, p. 133.

silencieux. Deux des gardiens affirmaient que ce léger son était le rire de l'animal, et lorsque j'exprimai quelque doute à cet égard parce que j'étais alors tout à fait inexpérimenté, ils lui firent attaquer ou plutôt menacer un singe *Entellus* détesté, qui vivait dans le même compartiment. Aussitôt changea toute l'expression de la face de l'Inuus; la bouche était beaucoup plus largement ouverte, les canines étaient plus complétement exposées, et l'animal faisait entendre une espèce d'aboiement rauque (1). »

Le second exemple lui a été fourni par un babouin.

« Le babouin Anubis *(Cynocephalus anubis)*, nous dit Darwin, avait été d'abord insulté et amené ainsi facilement dans un état de grande fureur par son gardien. Celui-ci alors fit sa paix avec l'animal, et lui donna une poignée de main. La réconciliation étant faite, le babouin remua rapidement en sens divers ses mâchoires et ses lèvres, et il parut content. Lorsque nous rions de bon cœur on peut observer dans nos mâchoires, d'une manière plus ou moins distincte, une agitation ou un tremblement semblable. Mais chez l'homme les muscles de la poitrine sont plus particulièrement mis en action, tandis que chez le babouin et quelques autres singes, ce sont les muscles des mâchoires et des lèvres qui sont spasmodiquement affectés (2). »

(1) « So does the Barbary ape (*Inuus ecaudatus*) to an extraordinary » degree; and I observed in this monkey that the skin of the lower eyelids » then became much wrinkled. At the same time it rapidly moved its lower » jaw or lips in a spasmodic manner, the teeth being exposed; but the noise » produced was hardly more distinct than that which we sometimes call si- » lent laughter. Two of the keepers affirmed that this slight sound was the » animal's laughter, and when I expressed some doubt on this head (being » at the time quite inexperienced), they made it attack or rather threaten a » hated Entellus monkey, living in the same compartment. Instantly the » whole expression of the face of the Inuus changed ; the mouth was opened » much more widely, the canine teeth were more fully exposed, and a hoarse » barking noise was uttered. » Ch. Darwin, *The expression of the emo- » tions*, p. 134.

(2) « The Anubis baboon *(Cynocephalus anubis)* was first insulted and

Ainsi en résumé les singes, pour Darwin, possèdent un rire analogue au nôtre, et pour ce motif *nous pouvons croire avec confiance*, dit-il, *que le rire, comme signe de plaisir et de joie, était pratiqué par nos progéniteurs longtemps avant qu'ils eussent mérité le nom d'hommes* (1).

Mais que serait le sourire dans le système? Est-ce la première ébauche du rire de nos ancêtres, ou un vestige de l'habitude du rire complet? Darwin considère la seconde hypothèse comme plus probable.

« On peut dire, nous raconte ce naturaliste, que le sourire est la première phase de l'évolution du rire. Mais il se présente une explication différente et plus probable. L'habitude d'émettre des sons bruyants et saccadés sous le stimulant du plaisir, a d'abord produit la rétraction de la lèvre supérieure et des coins de la bouche et la contraction des muscles orbiculaires; maintenant par suite de l'association et d'une habitude invétérée, les mêmes muscles se mettent légèrement en jeu dès le moment où une cause quelconque excite en nous un sentiment qui, s'il eût été plus puissant, aurait produit le rire; de là résulte un sourire (2). »

» put into a furious rage, as was easily done, by his keeper, who then made » friends with him and shook hands. As the reconciliation was effected the » baboon rapidly moved up and down his jaws and lips, and looked pleased. » When we laugh heartily, a similar movement, or quiver, may be observed » more or less distinctly in our jaws; but with man the muscles of the » chest are more particularly acted on, whilst with this baboon, and with » some other monkeys, it is the muscles of the jaws and lips which are » spasmodically affected. » Ouvrage cité, p. 134-135.

(1) « We may confidently believe that laughter, as sign of pleasure or » enjoyment, was practised by our progenitors long before they deserved to » be called human. » Ibidem, p. 361-362.

(2) « A smile... may be said to be the first stage in the development of a » laugh. But a different and more probable view may be suggested; namely, » that the habit of uttering loud reiterated sounds from a sense of pleasure, » first led to the contraction of the orbicular muscles; and that now, trough » association and long-continued habit, the same muscles are brought into » slight play whenever any cause excites in us a feeling which, if stronger, » would have led to laughter; and the result is a smile. » Ibid., p. 210-211.

Le sourire ne serait donc pour Darwin que *la dernière trace de l'habitude, profondément enracinée durant de nombreuses générations, de rire dès le moment où nous sommes joyeux* (1).

C. *Explication des particularités du rire.*

Mais comment se rendre raison des caractères du rire?

En ce qui regarde l'éclat des yeux, il est facile de se l'expliquer. Il serait dû surtout à la tension du globe de l'œil, causée par la contraction des muscles orbiculaires et par la pression due à l'élévation des joues (2). Darwin croit pourtant avec le Dr Piderit que cette tension peut être en grande partie attribuée à l'exubérance du sang et des fluides qu'une circulation plus active amène dans l'œil à la suite de l'excitation produite par le plaisir (3).

Qu'il y ait des sons émis dans le rire, on se l'expliquerait vaguement, au sens de Darwin, par l'analogie avec ce qui se passe dans le règne animal. Partout nous voyons l'émission de sons quelconques s'associer à l'émotion du plaisir. C'est ainsi que chez un grand nombre d'animaux, à la saison où ils se réunissent pour la multiplication de l'espèce, ils emploient, comme moyens d'appel ou de charme, des chants ou des sons divers. Au moment de la rencontre joyeuse des parents avec leurs petits, ou des membres qui s'affectionnent dans une même communauté, le plaisir se manifeste également d'une manière plus ou moins bruyante.

Mais pourquoi le rire est-il précisément caractérisé par cette émission particulière de sons réitérés? C'est ce que nous ne savons pas. « Néanmoins, nous dit Darwin, nous pouvons comprendre que ces sons naturellement auront dû différer

(1) « The last trace of a habit, firmly fixed during many generations, of » laughing whenever we are joyful. » Ouvrage cité, p. 211.

(2) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 206. — Voir aussi Sir Ch. Bell, *The anatomy and philosophy of expression*, 6th edition, p. 133. London, 1872.

(3) Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 206. — Voir Dr Piderit, *Wissenschaftliches System der Mimik und Physiognomic*, p. 63-67. Detmold, 1867.

autant que possible des clameurs ou cris de détresse, et comme dans l'émission des derniers, les expirations sont prolongées et continues, avec des inspirations courtes et interrompues, peut-être était-il permis de prévoir relativement aux sons produits sous l'impression de la joie, que les expirations auraient été courtes et saccadées avec des inspirations prolongées. Et tel est le cas (1). » Darwin paraîtrait donc en appeler ici jusqu'à un certain point au principe de l'antithèse.

La rétraction des coins de la bouche et l'élévation de la lèvre supérieure sont des points également obscurs. Darwin en convient. Il a pourtant son explication que voici.

D'une part, dans le rire, la bouche ne doit pas être extrêmement ouverte, pense Darwin, car si cela arrive dans le paroxysme d'un rire excessif, il n'y a guère de son émis, ou bien le son change de ton et paraît venir des profondeurs de la gorge. Aussi la mâchoire inférieure est souvent agitée de vibrations rapides, comme pour prévenir une trop grande ouverture de la bouche. Mais pourtant pour l'émission d'un volume d'air suffisant à la production du son, la bouche doit être largement ouverte, et c'est peut-être dans ce but que les coins de la bouche sont rétractés et la lèvre supérieure relevée (2).

Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, de l'explication des différentes particularités du rire, leur étude comparée chez les singes suffirait à prouver, selon Darwin, qu'elles doivent être rapportées à une même cause.

« Bien que, nous dit-il, nous ne puissions dire pourquoi la

(1) « Nevertheless we can see that they would naturally be as different as » possible from the screams or cries of distress; and as in the production of » the latter, the expirations are prolonged and continuous, with the inspi- » rations short and interrupted, so it might perhaps have been expected with » the sounds uttered from joy, that the expirations would have been short » and broken with the inspirations prolonged; and this is the case. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 207.

(2) Ibidem, p. 507-208.

bouche, durant le rire, prend cette forme d'où résultent les plis produits en dessous des yeux, ni expliquer les sons particuliers et saccadés du rire, ou les mouvements spasmodiques des mâchoires, nous pouvons cependant conclure que tous ces effets sont dus à quelque cause commune; car tous caractérisent et expriment le contentement d'esprit chez diverses espèces simiennes (1). »

II. — Le hérissement.

Nos lecteurs nous permettront pour éviter une périphrase d'employer ce mot : *hérissement*. Nous n'ignorons pas que jusqu'ici il n'a pas passé dans le *Dictionnaire de l'Académie*. Mais dès le moment où l'on aborde la théorie du phénomène, l'emploi du mot est absolument indispensable; et c'est bien le cas, pensons-nous, de dire avec Horace :

Licuit semperque licebit,
Signatum præsente nota producere nomen.

Au reste, plusieurs dictionnaires, d'un atticisme moins sévère que l'Académie, nous ont déjà précédé dans cette voie.

Laissons donc la question de lexicographie pour en venir à la chose.

Darwin attache une grande importance au hérissement, parce que, d'après lui, ce phénomène établit, avec une clarté particulière, la descendance de l'homme d'une forme animale inférieure (2). Il consiste dans l'érection des appendices der-

(1) » Although we can hardly account for the shape of the mouth during » laughter, which leads to wrinkles being formed beneath the eyes, nor for » the peculiar reiterated sound of laughter, nor for the quivering of the jaws, » nevertheless we may infer that all these effects are due to some common » cause. For they are all characteristic and expressive of a pleased state of » mind in various kinds of monkeys. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 208.

(2) Voir l'ouvrage cité, p. 12.

miques : poils, plumes, etc. « Ces appendices se hérissent, dit Darwin, sous l'influence de la colère ou de la terreur; plus spécialement lorsque ces émotions sont associées ou se succèdent rapidement (1). »

Faisons un peu plus en détail la monographie de ce phénomène chez les animaux et chez l'homme, et voyons ensuite comment Darwin en explique le développement.

A. *Le hérissement chez les animaux.*

La colère peut faire naître cette expression chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles : une foule d'exemples établissent cette proposition. Citons-en quelques-uns.

Le gorille, lorsqu'il est en fureur, hérisse sa crête de poils et la projette en avant; ses narines se dilatent, sa lèvre inférieure est pendante et, en même temps, il fait entendre son rugissement caractéristique. Le babouin Anubis, dans la colère, a aussi le poil hérissé (2).

Chez les carnassiers l'érection du poil, comme signe d'irritation, est un fait presque général. Le lion, notamment, annonce sa rage en redressant sa crinière (3). Mais bien d'autres animaux agissent de même.

Ainsi nous pouvons mentionner l'élan. Dans un cas particulier qui a été l'objet d'une notice à l'*Académie des sciences naturelles* d'Ottawa, cet animal a blessé mortellement un homme, aux États-Unis. On le décrit brandissant d'abord ses andouillers, poussant des cris de fureur et foulant le sol. *A la fin son poil se hérissa*, et alors il s'élança à l'attaque de sa victime (4).

Selon ce que rapporte le recueil *Land and Water*, une chauve-souris femelle qui avait donné son jeune en captivité, *hérissait le poil de son dos* aussitôt que l'on regardait dans

(1) «These appendages are erected under the excitement of anger or terror; » more especially when these emotions are combined, or quickly succeed » each other. » Ouvrage cité, p. 95.

(2) Voir l'ouvrage cité, p. 95-96.

(3) Ibidem, p. 96.

(4) Ibidem, p. 97.

sa cage, *et mordait cruellement si l'on y introduisait les doigts* (1).

Les oiseaux à cet égard ressemblent aux mammifères.

Qui n'a vu deux coqs, fussent-ils tout jeunes encore, se préparer au combat avec les soies du cou hérissées? Le combattant mâle *(Machetes pugnax)* dresse également son collier de plumes au moment de la bataille. Qu'un chien s'approche d'une poule qui a des poussins, aussitôt elle étend ses ailes, relève sa queue, hérisse ses plumes, et avec un air aussi furieux que possible, elle se précipite sur l'importun. La colère entraîne les mêmes effets chez les cygnes : ils relèvent leurs ailes et la queue, et hérissent leurs plumes. En même temps, ils ouvrent le bec et rament rapidement vers celui qui s'approche trop près du bord de l'eau (2).

Voyez les petits oiseaux dans leurs colères, ils ne seront pas moins démonstratifs. Ils hérissent toutes leurs plumes ou seulement celles qui forment leurs colliers, ou bien ils étalent leurs ailes et les plumes de la queue, et ils s'élancent ensuite les uns sur les autres, le bec ouvert et avec des gestes menaçants. Darwin cite l'exemple d'un chardonneret hybride d'une humeur très irascible, qui, lorsqu'un domestique s'en approchait de trop près, se transformait instantanément par la colère en une vraie balle de plumes hérissées (3).

Enfin, parmi les reptiles, les sauriens mâles, parfois dans leurs batailles, gonflent leurs jabots et hérissent leurs crêtes dorsales (4).

La possibilité de l'érection des appendices cutanés chez les animaux sous l'influence de la colère, est donc un fait irrécusable.

Darwin cite également des exemples où le hérissement se

(1) *Land and Water*, July 20, 1867, p. 659.—Voir Darwin, *The expression of the emotions*, p. 97.

(2) Voir Darwin, ouvrage cité, p. 97-99.

(3) Ibidem, p. 99-100.

(4) Ibidem, p, 100.

produit sous un mélange de colère et de crainte. D'après ce naturaliste, c'est particulièrement le cas en ce qui concerne le chien. Cependant, Darwin lui-même le constate, lorsque le chien est saisi d'une crainte abjecte, à la vue du fouet, par exemple, le poil ne se hérisse pas; mais si pourtant alors l'animal fait mine de résistance, le hérissement se produit immédiatement.

A en croire aussi le savant anglais, l'impression seule de la crainte, comme nous l'avons déjà dit, suffirait à faire hérisser le poil des animaux. Le chimpanzé et l'orang lorsqu'ils sont effrayés par un orage, nous dit Darwin, ont leur poil qui se dresse. Dans un cas qu'il a observé lui-même, un chimpanzé, effrayé à la vue d'un noir charbonnier, se hérissa tout entier, et l'animal en même temps fit quelques petits bonds en avant comme pour attaquer l'ouvrier (1). D'après Darwin encore, le poil ne se redresse chez le chat que sous l'émotion de la crainte (2).

En somme l'érection émotionnelle des poils, des plumes ou des crêtes écailleuses, est un fait général parmi les deux classes supérieures des vertébrés et chez quelques reptiles. Aussi Darwin dit avec raison qu'il n'est guère d'expression aussi répandue (3).

B. *Le hérissement chez l'homme.*

Voyons maintenant jusqu'à quel point ce phénomène se reproduit dans l'espèce humaine.

Les poètes ne cessent de représenter la terreur comme se manifestant chez l'homme par l'érection des cheveux. C'est ainsi que Boileau, dépeignant la frayeur de Brontin et de ses compagnons, nous dit :

> Sous leurs corps tremblotants leurs genoux s'affaiblissent;
> D'une subite horreur leurs cheveux se hérissent.
>
> LUTRIN. Ch. III.

(1) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 95.
(2) Ibidem, p. 95.
(3) Ibidem, p. 95.

Il est donc intéressant d'étudier ce phénomène avec quelque attention.

Darwin a consulté à cet égard le Dr C. Browne, qui dirige un établissement d'aliénés. Ce praticien a vu souvent la chevelure de ces malheureux se hérisser sous l'influence d'une soudaine et extrême terreur. Il cite l'exemple d'une femme qui parfois devait recevoir une injection de morphine sous la peau, opération peu douloureuse d'ailleurs. Néanmoins la malade redoutait beaucoup l'emploi de cette médication parce qu'elle s'imaginait que le poison injecté devait liquéfier ses os et réduire en poudre ses chairs. Aussi dans ces moments, elle devenait d'une pâleur mortelle, ses membres se raidissaient et ses cheveux étaient dressés en partie sur le devant de la tête (1).

Au reste, si l'on en croit le Dr Browne, l'érection des cheveux n'est pas toujours accompagnée de terreur chez les aliénés. On l'observerait plus fréquemment peut-être dans les manies chroniques où les malades extravaguent sans suite et ont des instincts destructeurs; mais c'est durant leurs paroxysmes de violence qu'on la remarque le plus. Le Dr Browne en rapporte plusieurs exemples.

La chevelure des aliénés est, d'ailleurs, généralement dans une condition tout extraordinaire : elle est rebelle à l'action du peigne. Cela est dû non-seulement à la fréquence du hérissement, mais encore à la suppression de l'action des glandes sous-cutanées, suppression qui entraîne la sécheresse et la rudesse des cheveux. Le Dr Bucknil a dit qu'un aliéné est tel *jusqu'au bout de ses doigts* (2), et, selon la remarque de Darwin, il eût pu ajouter que cet état mental traduit souvent ses effets jusqu'à l'extrémité de chaque cheveu. « Je crois, disait une personne très expérimentée dans l'observation des maladies psychiques, que Madame... ira

(1) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 295.

(2) Citation du Dr Maudsley : *Body and mind*, p. 41, London, 1870. — Voir aussi l'ouvrage cité de Darwin, p. 297.

bientôt mieux, car sa chevelure devient lisse ; et je remarque toujours que nos malades vont mieux dès le moment où leurs cheveux cessent d'être rudes et toujours ébouriffés (1). »

C. *Genèse darwinienne de la faculté du hérissement.*

Au point de vue du système de Darwin, le hérissement présente deux questions principales.

Premièrement, *comment ce phénomène s'est-il développé chez les animaux avec les caractères que nous lui connaissons ?*

Deuxièmement, *faut-il y voir chez l'homme une expression héritée des animaux inférieurs ?*

Abordons d'abord la première question.

Nous savons, par la découverte de Kölliker, que le hérissement est produit par la contraction de petits muscles involontaires, non striés, appelés souvent *arrectores pili*, qui s'attachent aux capsules de chaque poil, plume, etc. Sous l'action de ces muscles, les poils s'érigent instantanément, comme on le voit tous les jours chez le chien, et en même temps ils sont légèrement étirés en dehors de leurs capsules ; ils s'abaissent d'ailleurs rapidement ensuite. Le nombre considérable de ces petits muscles répandus sur le corps d'un quadrupède velu est vraiment étonnant. Parfois pourtant d'autres muscles concourent à cette érection. C'est le cas, entre autres, pour la tête de l'homme : les cheveux dirigés vers le devant de la tête et ceux qui pendent en arrière, se hérissent dans des directions opposées par la contraction du muscle *occipito-frontal*. C'est le cas aussi pour le hérisson qui redresse ses piquants par l'action du *panniculus carnosus* sous-jacent. Mais en règle générale, les *arrectores pili* sont les seuls agents du hérissement, et comme ce sont là des muscles involontaires, le hérissement doit, selon Darwin,

(1) « I think Mrs... will soon improve, for her hair is getting smooth ; and » I always notice that our patients get better whenever their hair ceases to » be rough and unmanageable. » Citation de Darwin, *The expression of the emotions*, p. 297.

être essentiellement considéré comme un phénomène *purement accidentel* dû à la perturbation du sensorium. C'est ce qu'exprime Darwin en ces termes :

« Il résulte évidemment de ces faits que l'érection des appendices dermiques est un acte réflexe, indépendant de la volonté; et cet acte doit être considéré, lorsqu'il se produit sous l'influence de la colère ou de la crainte, non comme un pouvoir acquis en vue de quelque avantage, mais comme un résultat accidentel, au moins pour une large part, de l'impression produite sur le sensorium. Le résultat, en tant qu'il est accidentel, peut être comparé à la sueur abondante causée par une souffrance ou une terreur extrême (1). »

Le phénomène se serait donc, d'après Darwin, développé de la sorte :

Sous l'influence de la rage ou de la terreur, et grâce à la perturbation du système nerveux qui en est la conséquence, les *arrectores* auront commencé, d'une manière tout involontaire, par se contracter très légèrement et par suite à ériger les poils à un degré insensible ou presque insensible. Mais cette habitude s'étant transmise aux descendants des premiers animaux ainsi influencés, les courants nerveux, dans les mêmes circonstances, auront passé de plus en plus facilement aux *arrectores,* et par suite les effets produits seront devenus de plus en plus prononcés, jusqu'au hérissement complet, tel que nous pouvons l'observer (2).

Mais il se présente ici pour le darwinisme une grande difficulté.

Chez les animaux, le hérissement des poils ou des plumes

(1) « From these facts it is manifest that the erection of the dermal appendages is a reflex action, independent of the will, and this action must be looked at, when occurring under the influence of anger or fear, not as a power acquired for the sake of some advantage, but as an incidental result, at least to a large extent, of the sensorium being affected. The result, in as far as it is incidental, may be compared with the profuse sweating from an agony of pain or terror. » Ouvrage cité, p. 101-102.

(2) Ibidem, p. 103.

s'accompagne le plus souvent d'une attitude menaçante dont la signification est évidente. Ainsi chez les mammifères, l'animal montre les dents et fait entendre un grognement ou des sons rauques. Aussi Darwin lui-même ne peut guère croire que cette *érection simultanée* des appendices dermiques, qui donne à la bête une apparence plus terrible pour ses ennemis, *soit entièrement le résultat accidentel et sans but de la perturbation du sensorium* (1).

Comment donc, se demande le naturaliste anglais, la contraction des *arrectores pili*, muscles non striés et involontaires, a-t-elle pu se coordonner dans un même but spécial, avec les mouvements de divers muscles volontaires?

Darwin, pour résoudre cette difficulté, émet différentes hypothèses.

Il suppose d'abord que les *arrectores* peuvent avoir été primitivement des muscles volontaires qui, plus tard, auraient perdu leurs stries et seraient devenus involontaires. Mais il avoue être dans l'impossibilité d'apporter *aucune preuve* à l'appui de cette vue, quoique, selon lui, la transition inverse n'eût pas présenté une grande difficulté (2). On sait, en effet, que chez les embryons des animaux supérieurs et chez les larves de quelques crustacés, les muscles volontaires ne sont pas striés. Or, c'est un principe fondamental du darwinisme, que les caractères particuliers aux phases embryonnaires d'un organe, rappellent *généralement avec plus ou moins de clarté, la structure du progéniteur ancien et moins modifié* de l'espèce que l'on considère (3).

Mais une autre explication *semble possible* (4) au savant anglais.

Si l'on admet, comme nous l'avons expliqué plus haut, que chez les animaux le hérissement après s'être lentement

(1) Voir Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 102.
(2) Voir l'ouvrage cité, p. 103.
(3) Voir Ch. Darwin, *Origin of species*, 5th edition, p. 534. Lond. 1869.
(4) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 103.

développé durant d'innombrables générations, a fini par devenir plus visible et plus apparent, voici ce qui en sera résulté. Lorsque deux bêtes animées par la fureur et sur le point de se livrer bataille, se seront trouvées en face, — deux ancêtres de la race canine, par exemple, — le premier combattant n'aura pas été sans remarquer que son ennemi avec le poil tout ébouriffé, paraissait plus gros, plus fort et par conséquent plus terrible. Le second combattant aura évidemment fait les mêmes remarques sur le premier, et des observations de ce genre se seront fréquemment répétées. Or, *dans ces conjonctures, il paraît possible*, dit Darwin, *que les rivaux aient désiré, chacun de son côté, de se rendre en apparence plus forts et plus terribles à leurs ennemis, en prenant volontairement une attitude menaçante et en émettant des cris rauques. Avec le temps, cette attitude et ces cris seraient devenus instinctifs par l'habitude* (1).

Ainsi la simultanéité du hérissement et de l'attitude volontaire de la menace, s'expliquerait parce que chacun des combattants aurait voulu riposter à l'apparence terrible de son adversaire due au hérissement, par des mouvements et des cris d'intimidation.

D'autre part, il est possible d'après Darwin, que les animaux, dans les moments d'excitation, ayant confusément conscience de quelque changement d'état dans leur système pileux, auraient agi sur celui-ci par des actes répétés d'attention et de volonté. De tels actes, en effet, paraissent aptes à agir d'une manière obscure sur certains muscles non striés ou involontaires, comme, par exemple, dans la période des mouvements péristaltiques des intestins et dans la contraction de la vessie (2).

(1) « In this case it appears possible that they might have wished to make » themselves appear larger and more terrible to their enemies, by voluntarily assuming a threatening attitude and uttering harsh cries; such attitudes and utterances after a time becoming through habit instinctive. » Ch. Darwin, ouvrage cité, p. 103-104.

(2) V. Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 104.

Enfin, comme il est utile à un animal d'imposer à ses ennemis par une attitude pleine de menaces et de force, la sélection naturelle aurait contribué à conserver ces facultés.

En somme donc l'évolution des phénomènes du hérissement s'expliquerait certainement, pour une très large part, par le troisième principe, et *peut-être* en partie par le premier.

Arrivons maintenant à la seconde question.

Faut-il voir dans le hérissement chez l'homme une expression héritée des animaux inférieurs.

Darwin n'hésite pas à le croire.

« Chez l'espèce humaine, nous dit-il, certaines expressions telles que le hérissement des cheveux sous l'influence d'une extrême terreur,..... ne peuvent guère se comprendre qu'en admettant que l'homme existait jadis, à la manière des animaux, dans une condition fort inférieure (1). »

Ailleurs il nous dit encore.

« Relativement au hérissement involontaire du système pileux, nous sommes fondés à le considérer, quelle qu'en ait été l'origine, comme servant chez les animaux à leur donner, conjointement avec certains mouvements volontaires, une apparence plus terrible pour leur ennemis ; et puisque les mêmes actions involontaires et volontaires sont exécutées par des animaux étroitement alliés à l'homme, nous sommes conduits à croire que ce phénomène, aujourd'hui devenu inutile pour lui, est un reste qui lui a été légué. C'est certainement un fait remarquable que les petits muscles non striés sous l'action desquels se hérissent les poils rares qui sont épars sur le corps à peu près glabre de l'homme, aient été conservés jusqu'à ce jour, et qu'ils se contractent encore sous les mêmes émotions, c'est-à-dire la terreur et la rage, dont l'influence fait dresser les poils des représentants inférieurs de l'Ordre auquel l'homme appartient (2). »

(1) « With mankind some expressions, such as the bristling of the hair » under the influence of extreme terror,... can hardly be understood, except » on the belief that man once existed in a much lower and animal-like con- » dition. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 12.

(2) « With respect to the involuntary bristling of the hair, we have good

III. La rougeur produite par un sentiment de honte et de modestie.

Il est un dernier phénomène émotionnel dont s'occupe longuement Darwin et qu'il rattache encore à son troisième principe : c'est la rougeur provoquée par un sentiment de honte ou de modestie. La langue anglaise, plus riche à cet égard que la langue française, a un mot propre pour désigner cette action : *to blush*, tandis que le simple fait de devenir rouge par d'autres causes, par exemple, sous l'émotion de la colère ou par l'action d'une température élevée, s'exprime par un mot qui traduit littéralement et dans un sens purement physique notre verbe rougir : *to redden*.

Résumons d'abord les particularités les plus caractéristiques de l'expression qui nous occupe, puis nous suivrons Darwin dans la théorie qu'il en donne, et dans l'exposition des arguments physiologiques au moyen desquels il prétend établir cette théorie.

A.—*Particularités qui caractérisent la faculté de rougir.*

Les tout jeunes enfants peuvent devenir rouges de colère, mais la rougeur provoquée par la honte ou quelque sentiment analogue, ne s'observe pas chez eux. Darwin explique, avec raison, le fait par le développement trop imparfait des facultés mentales de la première enfance. Les jeunes gens rougissent plus facilement que les personnes adultes, et les femmes plus que les hommes. En règle générale, même lorsque la

» reason to believe that in the case of animals this action, however it may » have originated, serves, together with certain voluntary movements, to » make them appear terrible to their enemies; and as the same involuntary » and voluntary actions are performed by animals nearly related to man, we » are led to believe that man has retained through inheritance a relic of them, » now become useless. It is certainly a remarkable fact, that the minute » unstriped muscles. by which the hairs thinly scattered over man's almost » naked body are erected, should have been preserved to the present day; » and that they should still contract under the same emotions, namely, ter- » ror and rage, which cause the hairs to stand on end in the lower members » of the Order to which man belongs. » Ibidem, p. 308-309.

rougeur est très prononcée, la coloration n'atteint que la face, les oreilles et le cou, quoique le reste du corps puisse plus ou moins offrir quelque sensation spéciale de chaleur. Parfois cependant la rougeur s'étend plus bas. Le cas s'est présenté, notamment, au rapport du Dr Crichton Browne, chez une personne atteinte d'épilepsie et reçue dans un asile qu'il dirigeait. Le lendemain de l'arrivée de la malade, elle subit, de la part du docteur et de ses assistants, un examen médical qui lui coûta beaucoup. A leur arrivée, elle rougit d'abord vivement sur les joues et les tempes, et jusqu'aux oreilles. Mais au moment où on lui découvrit la poitrine pour l'examen des poumons, la rougeur s'étendit à tout le haut et elle descendit au milieu de la poitrine presque jusqu'au cartilage ensiforme du sternum. « Ce cas est intéressant, nous dit Darwin, la rougeur ne s'étant ainsi étendue en bas qu'au moment où elle est devenue intense par suite de la direction de l'attention de la personne sur cette partie du corps (1). » Le naturaliste anglais cite d'autres cas analogues.

B. — *Théorie de Darwin sur la faculté de rougir.*

Les diverses causes qui font rougir se réduisent en dernière analyse d'après Darwin à une seule : l'attention qu'une personne porte sur elle-même (*self-attention*) relativement à l'opinion des autres.

Ainsi un vêtement pauvre ou un défaut naturel qui nous donne en spectacle aux autres, nous fait rougir. La timidité vis-à-vis des étrangers qui semblent nous examiner d'une manière particulière, une *mauvaise honte* produit le même phénomène.

A en croire Darwin, primitivement l'homme ne rougissait que pour des causes se rattachant à son aspect extérieur ; mais plus tard, par la force de l'association, l'attention portée sur la conduite morale fit également rougir. C'est ainsi que

(1) « This case is interesting, as the blush did not thus extend downwards » until it became intense by her attention being drawn to this part of her » person. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 314.

la honte de nous voir reconnus coupables d'avoir enfreint les lois morales ou simplement les usages reçus dans la bonne compagnie, est souvent une cause de rougeur. Un sentiment de modestie fait de même rougir une personne qui, dans certaines circonstances, s'alarme d'un manque de convenance ou de délicatesse.

Mais comment se fait-il que dans la plupart des cas, la face, les oreilles et le cou seulement rougissent ?

« Cela semble dépendre principalement, — dit Darwin, suivant en cela le Dr Burgess et d'autres, — de ce que la face et les parties avoisinantes de la peau ont été habituellement exposées à l'air, à la lumière et aux changements de température, en sorte que les petites artères non-seulement ont acquis l'habitude de se dilater et de se contracter facilement, mais paraissent même avoir acquis un développement inaccoutumé en comparaison des autres parties de la surface (1). » C'est sans doute à la même cause qu'est due la facilité que possède la face de rougir dans des circonstances diverses bien différentes, telles que la fièvre, la chaleur ordinaire, la colère; ou de pâlir sous l'influence du froid et de la crainte. Les maladies de la peau ont aussi leur siége principal à la face, comme tout le monde a pu l'observer en ce qui concerne la petite vérole et l'érysipèle, par exemple (2). On pourrait citer d'autres faits analogues.

Cependant Darwin ne croit pas que ces considérations soient suffisantes pour expliquer la localisation de la rougeur dans les cas ordinaires. Elles tendraient, en effet, à faire admettre que les mains, également exposées à l'action de

(1) « This seems to depend, chiefly, on the face and adjoining parts of the » skin having been habitually exposed to the air, light, and alternations of » temperature, by which the small arteries not only have acquired the habit » of readily dilating and contracting, but appear to have become unusually » developped in comparison with other parts of the surface. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 315,

(2) Dr Burgess, *The physiology or mechanism of blushing*, p. 124. London, 1839. — Voir aussi Darwin, ouvrage cité, p. 315.

l'air et de la lumière, rougissent comme la face; et pourtant cela n'arrive que dans des cas fort rares.

Le naturaliste anglais croit donc devoir en revenir à la cause fondamentale du *rougir*, mais en la particularisant davantage. La rougeur serait déterminée par un retour de l'attention non pas seulement sur notre personne en général, mais précisément sur les parties qui rougissent; et l'attention produirait ces effets par une action propre qu'elle exercerait sur la tonicité des artérioles.

Voici, en quelques mots, comment Darwin développe son explication.

« L'hypothèse qui me semble, dit-il, avoir le plus haut degré de probabilité, quoique elle paraisse d'abord aventurée, est que l'attention étroitement dirigée sur une partie quelconque du corps, tend à troubler la contraction ordinaire et tonique des petites artères de cette partie. Ces vaisseaux, en conséquence, se relâchent plus ou moins alors, et se remplissent aussitôt de sang artériel. Cette tendance se sera fortifiée beaucoup si, durant de nombreuses générations, l'attention a été fréquemment appliquée à la même partie. La force nerveuse, en effet, s'écoule facilement par les canaux accoutumés, et il s'ajoute ici l'action de l'hérédité. Dès le moment où nous pensons que les autres déprécient ou même examinent notre apparence personnelle, notre attention se porte vivement vers les parties extérieures et visibles de nos corps; et parmi toutes ces parties nous sommes particulièrement sensibles à ce qui concerne notre face, et tel a été sans aucun doute le cas durant les nombreuses générations passées. Par conséquent, si l'on admet, pour le moment, que les vaisseaux capillaires puissent être influencés par une étroite attention, ceux de la face seront devenus éminemment impressionnables. Par la force de l'association, les mêmes effets tendront à se produire à la pensée que les autres considèrent ou censurent nos actions ou notre caractère (1). »

(1) « The hypothesis which appears to me the most probable; though it » may at first seem rash, is that attention closely directed to any part of the

Darwin exclut, d'ailleurs, cela va sans dire, toute considération qui verrait dans la faculté de rougir un don que le Créateur aurait dévolu à l'homme dans un but spécial. De même que pour l'ancienne physique, la nature avait horreur du vide, le darwinisme de nos jours a horreur de tout dessein intelligent dans la réalisation de l'organisme. *La pensée*, nous dit Darwin, *que la faculté de rougir réalise un dessein spécial du Créateur est opposée à la théorie générale de l'évolution* (1). Le système écarte donc de telles vues par la question préalable, comme on dirait en style parlementaire.

Cependant Darwin ne croit pas inutile d'argumenter un peu. Si le Créateur, nous dit-il, a eu là un but spécial, comment la cause la plus fréquente qui fait rougir, est-elle la timidité? *C'est là une source de souffrance pour celui qui rougit, et de gêne pour le spectateur, sans la moindre utilité pour aucun d'eux.* (*It makes the blusher to suffer and the beholder unconfortable, without being of the least service to either of them* (2).) — Comment se fait-il enfin, s'il y a là une combinaison providentielle, que les nègres et les races

» body tends to interfere with the ordinary and tonic contraction of the » small arteries of that part. These vessels, in consequence, become at such » times more or less relaxed, and are instantly filled whith arterial blood. » This thendency will have been much strengthened, if frequent attention » has been paid during many generations to the same part, owing to nerve- » force readily flowing along accustomed channels, and by the power of inhe- » ritance. Whenever we believe that others are depreciating or even conside » ring our personal appearance, our attention is vividly directed to the outer » and visible parts of our bodies; and of all such parts we are most sensitive » about our faces, as no doubt has been the case during many past genera- » tions. Therefore, assuming for the moment that the capillary vessels can » be acted on by close attention, those of the face will have become eminently » susceptible. Through the force of association, the same effects will tend » to follow whenever we think that others are considering or censuring » our actions or character. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 338-339.

(1) Ibidem, p. 338.

(2) Ibidem.

de coloration sombre, n'offrent pas ou n'offrent guère de changement de couleur à la peau lorsqu'ils éprouvent l'émotion qui nous fait rougir (1)?

Cependant à la cause générale qui, d'après Darwin, fait rougir, il y a une objection que se présente lui-même ce savant.

« Un homme, dit-il, peut être convaincu que Dieu est le témoin de toutes ses actions, sentir vivement le remords de quelque faute, et en solliciter le pardon par la prière; mais jamais, d'après le sentiment d'une dame qui rougit facilement, cela ne fait rougir (2). » Or, nous avons bien ici l'attention du coupable portée sur lui-même et en relation avec le jugement de Dieu sur son action. Si nous avons conscience que nous sommes reconnus coupables vis-à-vis d'un de nos semblables, nous rougissons; pourquoi si nous avons la foi, ne rougissons-nous pas en la présence de Dieu?

A cette difficulté, Darwin présente la solution suivante :

« L'explication de cette différence, dit-il, selon que la connaissance de nos actions est considérée en Dieu ou chez l'homme, réside, je pense, dans une certaine analogie entre la désapprobation de la part de l'homme, d'une conduite immorale, et sa dépréciation de notre apparence personnelle. Il y a donc ici une association qui produit les mêmes résultats dans les deux cas, tandis que la désapprobation divine n'éveille aucune association semblable (3). »

(1) Ibidem.

(2) « A man may be convinced that God wittnesses all his actions, and » he may feel deeply conscious of some fault and pray for forgiveness; but » this will not, as a lady who is a great blusher believes, ever excite a » blush. » Ouvrage cité, p. 333-334.

(3) « The explanation of this difference between the knowledge by God » and man of our actions lies, I presume, in man's disapprobation of immo- » ral conduct being somewhat akin in nature to his depreciation of our per- » sonal appearance, so that through association both lead to similar results; » whereas the disapprobation of God brings up no such association. » Ibid., p. 334.

Voyons maintenant les arguments physiologiques qu'invoque Darwin à l'appui de sa théorie.

C. *Raisons physiologiques apportées par Darwin en faveur de son explication de la rougeur.*

Le nœud de la question consiste dans l'influence supposée de l'attention sur le relâchement des capillaires. Comment établir cette influence ?

Le savant naturaliste en appelle à cet égard à l'autorité de plusieurs physiologistes d'après lesquels l'attention dirigée sur quelque partie du corps, y produit des effets physiques directs. C'est ainsi que parfois le rythme ordinaire des battements du cœur se trouve modifié par l'attention qui y est accordée. Gratiolet en cite divers exemples (1). Le cas s'est également présenté d'une manière curieuse chez un client du père de Darwin. Ce client souffrait d'une maladie du cœur qui le conduisit au tombeau. Son pouls était habituellement d'une extrême irrégularité, mais à son grand désappointement, il devenait invariablement régulier aussitôt que le médecin entrait dans sa chambre (2).

Il est généralement admis que l'attention reportée à des intervalles fixes et périodiques sur les intestins, influence les mouvements péristaltiques ; et pourtant ces mouvements dépendent de la contraction de muscles non striés et involontaires (3).

Dans l'épilepsie, l'hystérie et autres maladies nerveuses, la prévision d'une attaque agit manifestement pour provoquer le jeu anormal des muscles volontaires. De même on rit en voyant rire, et on bâille rien qu'à y penser (4).

L'activité de certaines glandes est accrue lorsqu'on y pense ou que l'esprit s'occupe des conditions qui les excitent normalement. C'est ainsi que la pensée d'un fruit fortement acide

(1) Voir P. Gratiolet, *De la physionomie et des mouvements d'expression*, p. 283, 3e édition. Paris.

(2) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 340.

(3) Ibidem. p. 341.

(4) Ibidem.

produit un surcroît de salive ; et l'on rapporte des exemples curieux de l'influence de l'imagination sur la sécrétion des glandes mammaires (1).

La sensibilité, la finesse des sens est développée par la pratique et l'attention. On constate particulièrement la chose pour le sens du toucher, et *il est remarquable*, dit Darwin, *que lorsque ce sens a été ainsi rendu plus subtil en un point quelconque du corps, par exemple, à un doigt, le perfectionnement existe également au point correspondant du côté opposé du corps* (2).

Selon Darwin et quelques physiologistes, dans beaucoup de cas, — par exemple en ce qui regarde les glandes salivaires et lacrymales, et même le canal intestinal, — le pouvoir de l'attention se porterait principalement ou même exclusivement sur le système vaso-moteur. Ce système serait affecté de manière à déterminer un afflux plus considérable de sang dans la partie qui est l'objet de l'attention (3) ; et parfois il y aurait, en même temps, une stimulation plus grande de l'activité du sensorium (4).

Enfin Darwin pose un principe physiologique dont il fait également l'application à sa théorie de la rougeur.

« Il ne semble pas improbable, nous dit-il, que si nous réfléchissons vivement à une sensation, nous ferons, de la même manière que lorsque nous percevons actuellement la sensation, entrer en activité la partie du sensorium destinée *ad hoc* ou une partie en connexion immédiate avec celle-là (5) ».

Et Darwin explique la portée de ce principe par cet exemple entre autres :

(1) Ibidem, p. 341.
(2) Ibidem, p. 342.
(3) Ibidem, p. 343-344.
(4) ibidem, p. 344.
(5) « It does not seem an improbable assumption, that when we reflect » intently on a sensation, the same part of the sensorium, or a closely con- » nectet part of it, is brought into a state of activity, in the same manner as » when we actually perceive the sensation. » Ouvrage cité, p. 344.

Si un homme se tient vis-à-vis d'un feu ardent, il rougit. Cet effet, d'après Michael Foster (1), serait dû en partie à l'action locale de la chaleur, et en partie à l'action réflexe émanant des centres vaso-moteurs. Dans ce dernier cas, la chaleur affecte les nerfs de la face, ceux-ci transmettent une impression aux cellules sensitives du cerveau qui agissent sur le centre vaso-moteur, et celui-ci réagit sur les petites artères de la face, en les dilatant de manière à les gorger de sang : d'où la coloration rouge de la face.

Or cela posé, Darwin ajoute pour conclure :

« Il ne paraît pas improbable que si nous portions d'une manière répétée et avec une application sérieuse notre attention sur ce souvenir de la chaleur que nous avons ressentie au visage, il en résulterait une légère stimulation de la partie du sensorium qui nous rend conscients de la chaleur actuelle, et par conséquent cette partie tendrait à transmettre de la force nerveuse aux centres vaso-moteurs, de manière à dilater les capillaires de la face.

» Maintenant comme les hommes, durant d'innombrables générations, ont souvent et sérieusement dirigé leur attention sur leur apparence personnelle, et notamment sur leurs visages, toute tendance initiale dans les capillaires de la face à être ainsi dilatés, se sera dans le cours du temps considérablement fortifiée en vertu des principes rapportés plus haut, à savoir la facilité de la force nerveuse à passer par les canaux accoutumés et l'hérédité de l'habitude. De la sorte, à ma manière de voir, on a une explication plausible des principaux phénomènes liés à l'acte de rougir (2). »

(1) Michael Foster, *Revue des cours scientifiques*, 25 septembre, 1869, p. 683. Paris.

(2) « It seems not improbable that if we were repeatedly to concentrate » with great earnestness our attention on the recollection of our heated faces, » the same part of the sensorium which gives us the consciousness of actual » heat would be in some slight degree stimulated, and would in consequence » tend to transmit some nerve force to the vaso-motor centres, so as to relax » the capillaries of the face. Now as men during endless generations have

Nous nous sommes étendu assez longuement sur la faculté de rougir parce que nous tenons à reproduire toutes les grandes lignes des vues de Darwin sur l'expression des émotions. Il n'a d'ailleurs cherché en aucune façon à rattacher ce phénomène à son hypothèse de l'évolution de l'espèce humaine d'une forme animale inférieure. Lui-même constate que la rougeur due aux causes que nous avons indiquées, est *la plus caractéristique et la plus humaine de toutes les expressions* (1). « Les singes, dit-il, *deviennent rouges (redden)* de colère, mais nous aurions besoin d'un degré indiscutable d'évidence pour croire qu'aucun animal puisse *rougir par un sentiment de honte (blush)* (2). »

Ainsi toute l'évolution de la faculté de rougir appartiendrait à la période *humaine* de l'histoire de notre descendance. Les hommes auraient commencé par rougir relativement à leur aspect extérieur. L'habitude s'étant établie et fortifiée, ils auront fini par rougir aussi, par suite de l'association, pour des causes en rapport avec leur conduite morale.

CONCLUSION.

En résumé, pour Darwin l'expression des émotions dérive de trois principes : l'association des habitudes utiles, l'antithèse et enfin l'action directe du système nerveux. Il espère

» had their attention often and earnestly directed to their personal appea-
» rance. and especially to their faces, any incipient tendency in the facial ca-
» pillaries to be thus affected will have become in the course of time greatly
» strenghthened through the principles just referred to, namely, nerve-force
» passing readily along accustomed channels, and inherited habit. Thus, as
» it appears to me, a plausible explanation is afforded of the leading pheno-
» mena connected with the act of blushing. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 345.

(1) Voir l'ouvrage cité, p. 310.

(2) « Monkeys redden from passion, but it would require an overwhelming
» amount of evidence to make us believe that any animal could blush. » Ibidem, p. 310.

que désormais tous les phénomènes émotionnels s'expliqueront au moyen de ces principes ou d'autres qui leur seront étroitement analogues (1). La comparaison de ces phénomènes chez l'homme et chez les animaux lui permet, pense-t-il, de rattacher à une souche animale inférieure l'origine de notre espèce ; et suivant que les caractères d'une émotion apparaissent d'abord dans l'échelle zoologique chez des animaux qui sont plus ou moins éloignés de nous, il conclut à l'antiquité plus ou moins grande du phénomène parmi nos ancêtres. Voici d'ailleurs, telle qu'il la présente lui-même, la synthèse des résultats qu'il croit acquis pour l'histoire de notre race : nous citons textuellement.

« C'est une investigation curieuse, quoique vaine peut-être, de rechercher jusqu'où il faut reculer dans la longue ligne de nos progéniteurs pour déterminer l'époque de l'acquisition des divers mouvements expressifs que l'homme offre aujourd'hui. Les remarques suivantes serviront, du moins, à rappeler les points principaux discutés dans ce volume.

» Nous pouvons admettre avec assurance que le rire, comme manifestation du plaisir et de la joie, a été en usage chez nos progéniteurs longtemps avant qu'ils aient mérité le nom d'hommes. De très-nombreuses espèces de singes, dans leurs moments de contentement, émettent un son saccadé, évidemment analogue à notre rire, et qui est souvent accompagné de mouvements vibratoires dans les mâchoires et les lèvres, avec les coins de la bouche relevés et tirés en arrière, tandis que les joues se plissent et que même les yeux deviennent brillants.

» Nous pouvons également conclure que depuis une époque extrêmement reculée, la crainte s'est exprimée à peu près de la même manière que chez l'homme actuellement ; c'est-à-dire, par le tremblement, les cheveux hérissés, une sueur froide, la pâleur, des yeux largement ouverts, le relâchement de la plupart des muscles et la tendance de tout le corps à se blottir et à se tenir immobile.

(1) Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 350.

» Toute grande souffrance aura dès l'origine, fait pousser des cris ou des gémissements, avec contorsions de tout le corps et grincements des dents. Mais nos progéniteurs n'auront pas présenté dans leurs traits ces mouvements si expressifs qui accompagnent les cris et les clameurs de détresse, aussi longtemps que leurs organes circulatoires et respiratoires et les muscles péri-oculaires n'eurent pas acquis leur présente structure. L'effusion des larmes semble devoir son origine à une action réflexe produite par la contraction spasmodique des paupières, et peut-être aussi par l'injection du globe de l'œil due à l'afflux du sang durant l'émission des cris. Par conséquent, la faculté de pleurer est probablement apparue assez tard dans la ligne de notre descendance, et cette conclusion s'accorde avec le fait que nos parents les plus proches, les singes anthropomorphes, ne pleurent pas. Mais nous devons être ici assez réservés, car certains singes qui ne sont pas étroitement alliés à l'homme, pleurent ; cette habitude pourrait donc s'être développée depuis longtemps dans un rameau du groupe d'où l'homme est issu. Nos progéniteurs anciens, sous l'impression du chagrin ou de l'inquiétude, n'auront tenu leurs sourcils obliques ou déprimé les coins de la bouche, que lorsqu'ils eurent acquis l'habitude de s'efforcer de retenir leurs cris. L'expression, par conséquent, du chagrin et de l'inquiétude est éminemment humaine.

» La fureur se sera manifestée dès une période très-reculée, par des gestes menaçants ou frénétiques, par la rougeur de la peau et par des yeux étincelants, mais non pas par le froncement des sourcils. Car l'habitude de froncer les sourcils semble avoir été acquise principalement de ce que les corrugateurs sont les premiers muscles qui se contractent autour des yeux lorsque l'enfant est sous l'impression de la souffrance, de la colère ou de la tristesse, et que, par conséquent, il est sur le point de crier ; et en partie de ce que le froncement des sourcils sert de protection dans les cas où la vision est difficile et requiert beaucoup d'application. Il semble probable que cette action protectrice ne sera pas devenue

habituelle avant que l'homme ait acquis une attitude tout à fait verticale, car les singes ne froncent pas les sourcils quand ils sont exposés à une lumière éblouissante. Nos anciens progéniteurs, lorsqu'ils étaient furieux, auront probablement montré les dents plus complétement que ne le fait maintenant l'homme, même quand il donne un libre cours à sa fureur, comme c'est le cas chez l'aliéné. Nous pouvons aussi tenir pour presque certain qu'ils auront dans les moments d'humeur réchignée ou maussade, fait la moue à un degré plus marqué que ne le font nos propres enfants ou même les enfants des races sauvages actuelles.

» Jadis nos progéniteurs sous l'influence de l'indignation ou d'une colère modérée, n'auront dû tenir la tête droite, la poitrine soulevée, les épaules carrées et les poings serrés que lorsqu'ils eurent acquis la démarche ordinaire et l'attitude verticale de l'homme, et appris à se battre avec les poings ou des bâtons. Avant cette époque également, le geste antithétique produit par le soulèvement des épaules comme signe d'impuissance ou de résignation, ne se sera pas non plus développé. Pour le même motif, l'expression de l'étonnement n'aura pas d'abord comporté l'élévation des bras avec les mains ouvertes et les doigts étendus (1). »

(1) « It is a curious, though perhaps an idle speculation, how early in the » long line of our progenitors the various expressive movements, now exhi- » bited by man, were successively acquired. The following remarks will at » least serve to recall some of the chief points discussed in this volume. We » may confidently believe that laughter, as a sign of pleasure or enjoyment. » was practised by our progenitors long before they deserved to be called » human ; for many kinds of monkeys, when pleased, utter a reiterated » sound, clearly analogous to our laughter, often accompanied by vibratory » movements of their jaws or lips, with the corners of the mouth drawn » backwards and upwards, by the wrinkling of the cheeks, and even by the » brightening of the eyes.

» We may likewise infer that fear was expressed from an extremely re- » mote period, in almost the same manner as it now is by man ; namely, by » trembling, the erection of the hair, cold perspiration, pallor, widely ope- » ned eyes, the relaxation of most of the muscles, and by the whole body » cowering downwards or held motionless.

On voit d'après ces remarques que le moment où, selon Darwin, l'homme aura commencé à garder une attitude verticale, aura été en même temps le point de départ d'une ère nouvelle dans l'évolution des expressions. Il continue ainsi :

« A en juger par la manière d'agir des singes, l'étonne-

» Suffering, if great, will from the first have caused screams or groans to » be uttered, the body to be contorted, and the teeth to be ground together. » But our progenitors will not have exhibited those highly expressive mo » vements of the features which accompany screaming and crying until their » circulatory and respiratory organs, and the muscles surrounding the eyes, » had acquired their present structure. The shedding of tears appears to » have originated through reflex action from the spasmodic contraction of » the eyelids, together perhaps with the eyeballs becoming gorged with blood » during the act of screaming. Therefore weeping probably came on rather » late in the line of our descent; and this conclusion agrees with the fac » that our nearest allies, the anthropomorphous apes, do not weep. But we » must here exercise some caution, for as certain monkeys, which are not » closely related to man, weep, this habit might have been developped long » ago in a sub-branch of the group from which man is derived. Our early » progenitors, when suffering from grief or anxiety, would not have made » their eyebrows oblique, or have drawn down the corners of their mouth, » until they had acquired the habit of endeavouring to restrain their screams. » The expression, therefore, of grief and anxiety is eminently human.

» Rage will have been expressed at a very early period by threatening or » frantic gestures, by the reddening of the skin, and by glaring eyes, but not » by frowning. For the habit of frowning seems to have been acquired chief- » ly from the corrugators being the first muscles to contract round the eyes, » whenever during infancy pain, anger, or distress is felt, and there conse- » quently is a near approach to screaming; and partly from a frown serving » as a shade in difficult and intent vision. It seems probable that this sha- » ding action would not have become habitual until man had assumed a » completely upright position, for monkeys do not frown when exposed to a » glaring light. Our early progenitors, when enraged, would probably have » exposed their teeth more freely than does man, even when giving full vent » to his rage, as with the insane. We may, also, feel almost certain that » they would have protruded their lips, when sulky or disappointed, in a » greater degree than is the case with our own children, or even with the » children of existing savage races.

» Our early progenitors, when indignant or moderately angry, would not » have held their heads erect, opened their chests, squared their fists, until

ment ne se sera pas non plus manifesté par une bouche largement ouverte, mais les yeux auront été ouverts et les sourcils arqués. Le dégoût se sera montré dès une époque très-ancienne par des mouvements autour de la bouche, analogues à ceux du vomissement, pourvu que l'explication que j'ai émise sur la source de cette expression soit correcte, à savoir, que nos progéniteurs avaient le pouvoir — et ils en usaient — de rejeter volontairement et promptement de leurs estomacs toute nourriture qui leur répugnait. Mais l'expression plus raffinée du mépris ou du dédain qui consiste à abaisser les paupières et à détourner les yeux ou la face, comme si la personne méprisée ne méritait pas un regard, n'aura probablement été acquise qu'à une époque beaucoup plus récente.

» De toutes les expressions, la rougeur par un sentiment de honte ou de modestie, semble être la plus strictement humaine ; aussi cette expression est commune à toutes ou presque toutes les races d'hommes, qu'il y ait ou non un changement visible de couleur à la peau. Le relâchement des petites artères de la surface dont dépend la faculté de rougir, semble avoir eu pour cause primitive l'application très-sérieuse de notre attention à l'apparence de nos propres personnes, surtout de nos visages, cette influence s'étant accrue par l'habitude, l'hérédité, et la tendance de la force nerveuse à s'écouler rapidement par les voies accoutumées. Et plus tard par la force de l'association, cet effet se serait étendu à notre attention lorsqu'elle se replie sur notre conduite morale. Il ne peut guère être douteux que beaucoup d'animaux ne soient capables d'apprécier la beauté des cou-

» they had acquired the ordinary carriage and upright attitude of man, and » had learnt to fight with their fists or clubs. Until this period had arrived » the antithetical gesture of shrugging the shoulders, as a sign of impo- » tence or of patience, would not have been developped. From the same reason » astonishment would not then have been expressed by raising the arms » with open hands and extended fingers. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 361-363.

leurs et même des formes, comme on le voit par les peines que se donnent les individus d'un sexe pour déployer leurs avantages vis-à-vis des individus de l'autre sexe. Mais avant que ses facultés mentales aient été développées à un degré égal ou presque égal à celles de l'homme, il ne paraît pas possible qu'aucun animal ait porté ses préoccupations et ses susceptibilités sur l'apparence de sa propre personne. Nous pouvons conclure, par conséquent, que la faculté de rougir a commencé à une époque toute récente dans la longue série de nos ancêtres (1). »

Après avoir de la sorte résumé, à sa manière, l'histoire

(1) « Nor, judging from the actions of monkeys, would astonishment have » been exhibited by a widely open mouth; but the eyes would have been » opened and the eyebrows arched. Disgust would have been shown at a very » early period by movements round the mouth, like those of vomiting, — » that is, if the view which I have suggested respecting the source of the » expression is correct, namely, that our progenitors had the power, and » used it, of voluntarily and quickly rejecting any food from their stomachs » which they disliked. But the more refined manner of showing contempt or » disdain, by lowering the eyelids, or turning away the eyes and face, as if » the despised person were not worth looking at, would not probably have » been acquired until a much later period.

» Of all expressions, blushing seems to be the most strictly human; yet it » is common to all or nearly all the races of man, whether or not any change » of colour is visible in their skin. The relaxation of the small arteries of the » surface, on which blushing depends, seems to have primarily resulted » from earnest attention directed to the appearance of our own persons, es- » pecially of our faces, aided by habit, inheritance, and the ready flow of » nerve-force along accustomed channels; and afterwards to have been exten- » ded by the power of association to self attention directed to moral conduct. » It can hardly be doubted that many animals are capable of appreciating » beautiful colours and even forms, as is shown by the pains which the in- » dividuals of one sex take in displaying their beauty before those of the » opposite sex. But it does not seem possible that any animal, until its men- » tal powers had been developed to an equal or nearly equal degree with » those of man, would have closely considered and been sensitive about its » own personal appearance. Therefore we may conclude that blushing origi- » nated at a very late period in the long line of our descent. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 363-364.

du développement de nos principaux moyens expressifs, Darwin conclut par quelques remarques, entre autres, sur le rôle prépondérant des appareils de la circulation et de la respiration dans le langage des passions. Citons-le encore :

« Des divers faits indiqués ici et exposés dans le cours de ce volume, il suit que si la structure de nos organes respiratoires et circulatoires avait différé, ne fût-ce que dans un degré très faible, de l'état dans lequel ils se trouvent maintenant, la plupart de nos expressions eussent été étonnamment modifiées. Un tout léger changement dans le cours des artères et des veines qui se rendent à la tête, aurait probablement empêché l'accumulation du sang dans le globe oculaire au moment d'une expiration violente, car cela n'arrive que chez un très petit nombre de quadrupèdes. Dans ce cas nous n'aurions pu produire quelques-unes de nos expressions les plus caractéristiques. Si l'homme avait respiré l'eau au moyen de branchies externes (quoique cette idée soit à peine concevable), au lieu de respirer l'air à travers la bouche et les narines, ses traits n'eussent guère exprimé ses sentiments d'une manière plus efficace que ne le font maintenant ses mains ou ses membres. La fureur et le dégoût, cependant, se seraient encore manifestés par des mouvements de la région labiale et buccale, et les yeux seraient encore devenus plus brillants ou plus ternes d'après l'état de la circulation. Si nos oreilles étaient restées mobiles, leurs mouvements eussent été hautement expressifs, comme c'est le cas pour les animaux qui combattent avec les dents. Or, nous pouvons conclure qu'autrefois nos progéniteurs combattaient ainsi, puisque nous découvrons encore la canine d'un côté en signe de ricanement ou de défi, et que nous découvrons toutes nos dents quand nous sommes dans un accès de violente fureur (1). »

(1) « From the various facts alluded to, and given in the course of this » volume, it follows that, if the structure of our organs of respiration and » circulation had differed in only a slight degree from the state in which » they now exist, most of our expressions would have been wonderfully dif- » ferent. A very slight change in the course of the arteries and veins which » run to the head, would probably have prevented the blood from accumula-

Toutes ces vues, on le voit, supposent que nous sommes issus d'une souche animale éteinte. Darwin, en effet, comme nous l'avons constaté dès le début de notre travail, n'a essentiellement entrepris ses recherches que dans la pensée d'appuyer, par des considérations nouvelles, l'hypothèse de l'évolution appliquée à l'homme. En terminant il s'applaudit d'y avoir réussi.

« Nous avons vu, dit-il, que l'étude de la théorie de l'expression confirme, dans de certaines limites, la conclusion de la descendance de l'homme d'une forme animale... Mais, pour autant que je puis en juger, il n'était guère besoin de cette confirmation (1). »

Telles sont donc, dans leur ensemble, les idées de Darwin relativement à l'expression des émotions. Nous nous sommes fait un devoir de les rapporter avec une scrupuleuse exactitude, en employant les termes mêmes de l'auteur dans les points auxquels il attache une importance plus particulière. Il nous restera maintenant à examiner ces vues.

Abbé A. Lecomte,
Directeur de l'École Normale de l'État, à Mons.

» ting in our eyeballs during violent expiration; for this occurs in extre-
» mely few quadrupeds. In this case we should not have displayed some of
» our most characteristic expressions. If man had breathed water by the aid
» of external branchiae (though the idea is hardly conceivable), instead of
» air through his mouth and nostrils, his features would not have expressed
» his feelings much more efficiently than now do his hands or limbs. Rage
» and disgust, however, would still have been shown by movements about
» the lips and mouth, and the eyes would have become brighter or duller
» according to the state of the circulation. If our ears had remained movable,
» their movements would have been highly expressive, as is the case with
» all the animals which fight with their teeth; and we may infer that our
» early progenitors thus fought, as we still uncover the canine tooth on one
» side when we sneer at or defy any one, and we uncover all our teeth when
» furiously enraged. » Ch. Darwin, *The expression of the emotions*, p. 365.

(1) « We have seen that the study of the theory of expression confirms to a
» certain limited extent the conclusion that man is derived from some lower
» animal form;... but as far as my judgment serves, such confirmation was
» hardly needed. » Ibidem, p. 367.

LES NATURALISTES PHILOSOPHES.

DEUXIÈME ARTICLE (1).

Il y a quelques années, un célèbre physiologiste de l'Angleterre dont les travaux ont largement contribué à l'édification et à la vulgarisation du système de Darwin, Th. Huxley, inaugurait une série de conférences populaires, qu'il décora lui-même du nom de « sermons laïques » (*lay sermons*), par un discours traitant de l'*influence des découvertes scientifiques sur les progrès de la pensée humaine.*

L'orateur commençait par tracer un tableau des plus sombres des maux de toute espèce, que l'ignorance des lois naturelles entretenait parmi les populations du moyen-âge, et que les découvertes des sciences nous ont permis de conjurer depuis en nous enseignant l'art de discipliner les forces physiques et de remonter à la cause de nos maladies. « Là où la superstition populaire, dit-il, ne voyait que des châtiments divins devant lesquels l'humanité ne pouvait que s'incliner, la raison, éclairée par ces découvertes, nous montre aujour-

(1) Voir la livraison précédente.

d'hui des agents naturels plus ou moins aisés à combattre ou à vaincre. Ainsi la peste et la lèpre qui sévissaient naguère en Europe et existent encore en Orient, ont disparu devant les progrès de l'hygiène publique.

» La famine disparaît de tous les pays civilisés où l'établissement des chemins de fer favorise le libre échange. Les grands incendies, comme celui qui dévora la ville de Londres après la grande peste de 1664 ne sont plus guères possibles aujourd'hui; nous ne laissons plus une rue entière devenir la proie de l'incendie, et cependant nos cités contiennent dix fois plus de matières inflammables et explosibles qu'autrefois; les pertes que les incendies occasionnent encore sont ordinairement couvertes par des sociétés dont les opérations n'ont été rendues possibles que par les progrès des sciences.

» Il est donc vrai de dire, conclut notre auteur, que nous sommes moins exposés à la peste, à la famine, à l'incendie, en un mot à toutes les calamités que ne l'étaient les contemporains de Milton. »

Un fait historique bien autrement important à cette époque que la grande peste et le grand feu serait, selon Huxley, la fondation de la Société Royale de Londres. «Cette fondation, dit-il, fut si féconde pour l'humanité que les maux causés par ces deux grandes calamités étaient insignifiants en comparaison. Car il est certain que si la peste et le feu ont fait de nombreuses victimes, on peut trouver, pour chacune de ces victimes, des centaines d'êtres humains qui doivent leur existence et leur bien-être aux progrès scientifiques et aux découvertes pratiques réalisées par cette association.

» Nos ancêtres considéraient la peste comme un châtiment de Dieu et le grand incendie de Londres comme un effet de la méchanceté des hommes républicains ou papistes. Ils auraient fort mal reçu quiconque aurait soutenu la doctrine que je viens vous proposer, à savoir que la peste n'était pas plus un châtiment divin; que le feu n'était pas l'œuvre d'une secte politique ou religieuse; mais que c'étaient eux, et eux seuls, qui étaient à la fois les auteurs de la peste et du feu, et

que c'étaient eux seuls aussi qui pouvaient empêcher le retour de ces malheurs en secondant les efforts d'une société obscure dont la fondation avait été aussi peu remarquée que ces évènements le furent beaucoup. »

Peu de temps après la publication de ces lignes les horreurs de la commune de Paris infligèrent à notre auteur un sanglant démenti, d'autant plus sanglant que les grands incendies qui faillirent consumer la capitale de la France furent allumés, non par des papistes ou d'autres sectes religieuses comme il les appelle, mais par des hommes affranchis de toute idée religieuse, et dont les chefs s'inspiraient de l'esprit de ces associations rationalistes qui s'épanouissent aujourd'hui dans le monde entier. Le positivisme scientifique a beau le renier, le socialisme est son enfant naturel; et le christianisme seul est en mesure de conjurer la lutte terrible qui se prépare entre le capital et le travail, parce que seul il enseigne efficacement le renoncement et la charité.

Il est curieux d'opposer aux conclusions de Huxley les considérations qu'émettait, récemment dans la *Revue des deux Mondes*, un économiste peu suspect « d'ultramontanisme. »

« La houille et la vapeur ont révolutionné le monde. De mémorables inventions, machines à vapeur, chemins de fer, machines-outils, ont bouleversé les coutumes de travail, et substitué en partie la grande industrie aux petits ateliers domestiques.

» S'il en est résulté une puissance de production qui a enfanté des richesses inouïes, il en est sorti également des *maux bien plus terribles par leur continuité que les plus cruels ravages exercés jadis par les famines et les autres fléaux temporaires,* alors que l'humanité ne disposait ni des ressources du commerce, ni des voies de communication. Jadis les populations ouvrières, simples dans leurs désirs, frugales dans leur vie, se tenaient pour contentes de leur sort; il en est encore de même en Orient et partout où le sol n'est pas strictement mesuré; chacun, même le plus

humble, possède son foyer; personne, même le plus déshérité, n'est réduit au dénûment. Mais en Occident malgré l'accroissement de la richesse, les classes laborieuses s'agitent dans la souffrance et ne font entendre que des cris de haine. Cette souffrance se manifeste dans les agglomérations manufacturières de la Grande-Bretagne par une misère qui, d'après les termes officiels, ravale les populations ouvrières jusqu'à la bestialité, et pour laquelle il a fallu inventer un mot nouveau, le paupérisme. Mille fois préférable était le sort de l'esclave antique, le *puer*, l'enfant de la famille et le commensal du foyer domestique, ou la condition du serf du moyen-âge, tranquille possesseur de son humble toit patrimonial.

» Le mal sévit en France sous une autre forme et avec un caractère singulièrement aigu, l'antagonisme social et l'instabilité politique. Quant à la corruption, ceux qui ont pu la voir de près dans nos grandes villes, savent que les romans les plus montés de ton n'offrent qu'une image encore voilée de la hideuse réalité. En Allemagne enfin le même malaise ébranle la société entière sur ses vieilles fondations féodales que ruine de toute part le socialisme doctrinaire.

» Il semble que, par l'invention des machines à feu, la civilisation moderne ait renouvelé l'audacieux larcin de Prométhée avec ses terribles conséquences (1). »

D'autre part si la science a réussi à limiter les ravages de certaines maladies, l'intempérance constitue aujourd'hui un fléau redoutable. « Il n'y a aucune exagération à déclarer, dit le Dr Desguin, auteur d'un récent travail de statistique, que l'alcoolisme est le plus cruel ennemi de la société moderne; que l'intempérance la domine entièrement, en menace l'existence; qu'elle en tarit toute la vitalité, que ses sévices sont incomparablement plus grands que ceux de toutes les épidémies qui frappent les populations (2). »

(1) Revue des deux Mondes, 1er juillet 1877. *La méthode d'observation dans les sciences sociales.*

(2) *Bulletin de la Société de Médecine d'Anvers*, 1877.

Voilà certes un tableau qui contraste singulièrement avec celui que trace Huxley des bienfaits de la science rationaliste.

« Les connaissances naturelles, dit Huxley, ne fournissent pas seulement le développement du bien-être et de la population; mais elles ont révolutionné les idées que les hommes se faisaient de l'univers et d'eux-mêmes, et ont profondément changé leur manière de penser et leurs notions du bien et du mal. En cherchant à satisfaire les besoins matériels elles ont été portées à jeter les bases d'une morale nouvelle. »

Après avoir affirmé que l'origine de la théologie et des religions est toute entière dans l'impuissance absolue où se trouvait l'homme primitif de pénétrer les mystères de la nature, Huxley s'explique sur la nouvelle révélation qui est née des découvertes de la science au XIXe siècle.

« Les astronomes, dit-il, ont démontré l'immensité *infinie* de l'espace et l'*éternité* de la durée de l'univers; les physiciens et les chimistes nous ont démontré l'éternité de la matière et de la force; les naturalistes ont prouvé que la terre n'est pas le centre de l'univers, mais un simple point perdu dans l'espace; que l'homme n'est pas le centre de la création, mais un point dans les modifications infinies de la vie. De même que l'astronomie trouve la preuve d'un temps infini dans les combinaisons du système solaire, de même l'étude du globe nous prouve que des êtres vivants ont peuplé la terre pendant une série de siècles si considérable que pour nous c'est l'infini. En outre les physiologistes constatent que la vie résulte d'un arrangement moléculaire particulier, et que les êtres actuellement vivants ne sont que les descendants d'une immense série de prédécesseurs. Toutes ces recherches révèlent l'existence d'un ordre fixe de causes immuables dans tout l'univers; chaque pas que l'homme a fait dans les connaissances naturelles a eu pour résultat d'affaiblir la force de la croyance à la spontanéité, ou à des changements autres que ceux qui découlent de cet ordre défini lui-même. De même l'homme a perdu la conviction que l'autorité est la base la plus ferme de la foi, que la fa-

cilité à croire est un mérite, que le doute est un mal et le scepticisme un crime.

» Le progrès des sciences naturelles s'effectue par des méthodes qui donnent un démenti formel à ces convictions, et prouvent que le contraire est vrai et que la foi aveugle est une faute impardonnable. »

C'est avec un sentiment de profond étonnement que l'on écoute cette étrange accusation, formulée, au nom du positivisme, par un savant habitué aux méthodes exactes ; ce réquisitoire n'est d'un bout à l'autre qu'un tissu d'affirmations sans preuve et d'erreurs monstrueuses ; il nous montre à quel point les préjugés du sectaire peuvent aveugler le discernement du savant, et le porter à confondre systématiquement les hypothèses les plus incertaines avec les découvertes les mieux établies. En effet quels sont les faits qui renversent aux yeux du célèbre professeur les dogmes de la religion catholique? *L'éternité* et *l'infinité de l'univers, la pluralité des mondes; la situation de la terre et la transformation des espèces.*

Or tous ces arguments qu'il invoque sont des hypothèses pures, de l'aveu très explicite d'autres savants de la même école.

Peut-on scientifiquement conclure par exemple de l'indestructibilité actuelle de la matière, à son éternité, de l'immensité de l'univers, à son infinité, de la variation individuelle à la variation spécifique? « Nous connaissons la matière comme un phénomène et non comme une substance, dit M. Littré, un philosophe non moins positiviste mais plus clairvoyant que notre auteur : dès lors comment serions-nous autorisés à parler de l'éternité passée ou de l'éternité future d'une chose dont nous ne connaissons que le côté phénoménal? »

De même, à propos du *surnaturel* que les positivistes modernes rejettent sans examen au nom du sens commun, M. Littré convient *que nous ne savons pas rationnellement que le surnaturel n'est pas réalité.* Cet aveu est précieux

dans la bouche d'un chef d'école de la secte, car il implique désormais la nécessité de réfuter le surnaturel par l'observation, et ne permet plus de le condamner *à priori* comme absurde. Il est vrai que M. Littré, confus de faire cette concession nécessitée par les exigences de sa doctrine, affirme immédiatement après « que nous avons la preuve expérimentale de la fausseté du surnaturel. » Cette preuve, qui l'a fournie? M. Littré oublie de nous le dire? Ne voyons-nous pas tous les jours, au contraire, la libre pensée condamner *à priori* le miracle parce qu'il implique une infraction aux lois immuables de la nature.

Rien de plus étrange pour tout homme impartial qui cherche la vérité de bonne foi que l'attitude du monde savant en présence du surnaturel ou des faits réputés tels. Quand un fait extraordinaire, constaté par de nombreux témoins et que des milliers de personnes instruites croient contraire aux lois de la nature, vient à se produire, on devrait s'attendre à voir les sommités de la science accourir et examiner scrupuleusement les faits, pour travailler au grand œuvre du progrès en dissipant, comme ils disent, les ténèbres de la superstition; car le surnaturel est un témoignage suprême de la vérité catholique. — Or il n'en est rien.

Le plus souvent un vide significatif se fait autour du phénomène, digne cependant à tous égards d'intéresser les explorateurs de la nature. Ces mêmes hommes qui sont toujours à l'affût des découvertes, qui scrutent avec passion les mystères de la nature, sont invisibles et muets. Pendant ce temps la presse quotidienne organise en sous-œuvre une guerre de persiflage qui, pour ne pas être scientifique, n'en obtient pas moins l'approbation tacite des savants libres penseurs. Au lieu d'étudier les faits, de contrôler leur existence et leur portée, on se contente le plus souvent de les ridiculiser et de les nier carrément. Dans ce siècle de lumières, le sarcasme et le mensonge, ces armes de traître et d'eunuque, léguées par Voltaire au XIXe siècle, exercent sur

l'esprit public un empire despotique. Nécessairement les bourgeois affranchis, qui craignent avant tout de passer pour des sots, s'empressent de prendre part à ces ineptes concerts que le bon sens et la bonne foi réprouvent également. Ainsi les faits sont dénaturés et la lumière est mise sous le boisseau par ceux-là même qui nous reprochent d'enrayer le char du progrès.

» Les connaissances naturelles, dit encore Huxley, sont les véritables mères de l'humanité, car elles enseignent à l'homme la route qu'il doit suivre dans la vie.

» Supposons que notre vie, notre fortune à tous, dût dépendre un jour ou l'autre d'une partie d'échecs qu'il s'agirait de gagner, ne pensez-vous pas que notre premier devoir serait dès lors d'apprendre le nom des pièces et les règles du jeu. Et pourtant la vie, la fortune et le bonheur de chacun de nous dépendent de la connaissance que nous pouvons avoir des règles d'un jeu infiniment plus compliqué que le jeu d'échecs. Il s'agit du jeu qui se joue depuis des siècles; nous tous, hommes et femmes, sommes individuellement le joueur contre lequel la partie s'est engagée, l'échiquier c'est le monde, dont les phénomènes naturels sont les pièces, et nous appelons *lois de la nature*, les règles de ce jeu-là.

» Nous jouons contre un adversaire qui nous est caché; nous savons qu'il ne triche pas, qu'il ne fait pas de fautes, qu'il est patient dans ses coups; mais nous savons aussi, pour l'avoir appris à notre grand dommage, qu'il ne passe pas la moindre faute et n'a nul souci de notre ignorance; les plus gros enjeux se payent aux bons joueurs avec prodigalité. Quant à celui qui joue mal, il est fait mat sans hâte comme sans pitié. Vous rappelez-vous le tableau du peintre Retzsch qui représente Satan jouant aux échecs avec un homme qui a mis son âme pour enjeu. Au lieu du démon moqueur, mettez dans ce tableau un ange calme et fort qui ne veut pas le malheur de son adversaire, désirant plutôt perdre que gagner, et ce serait pour moi l'image de la vie humaine. Eh bien! l'éducation consiste à apprendre les règles de ce

jeu formidable! En d'autres termes l'éducation doit d'abord faire connaître à l'intelligence les lois de la nature et par ce mot de nature je n'entends pas seulement la matière et ses forces, mais aussi l'homme et sa manière d'agir. »

Qu'il nous soit permis de rappeler en passant que nous avons largement développé cette thèse, devant la Société scientifique de Bruxelles, dans l'assemblée du 26 avril 1876, en nous plaçant à un autre point de vue. Nous sommes loin de penser, avec Huxley, que l'enseignement des lois de la nature puisse remplacer avantageusement le catéchisme dans l'école primaire. Nous ne croyons pas non plus qu'il faille développer, dans l'enseignement moyen, les études scientifiques au dépens des études littéraires. Mais nous croyons que, dans le siècle où nous sommes, il n'est plus permis d'ignorer les principes de ces grandes découvertes qui transforment les conditions d'existence de nos sociétés et nous apprennent à diriger les éléments, à enchaîner ces puissances destructives dont notre ignorance nous rend trop souvent l'esclave ou la victime.

Nous estimons que l'enseignement intuitif par les sciences naturelles, constitue la meilleure méthode pour éveiller, à la fois, chez l'enfant, les facultés intellectuelles et le goût de l'étude, pour effectuer *l'entraînement de l'esprit*. Or, la marche que l'on s'est obstiné à suivre, jusqu'ici, dans nos écoles, est précisément le contre-pied de cette méthode indiquée par l'observation. Dès que l'enfant sait lire, on lui met l'esprit au supplice, on lui enseigne des éléments arides, des lois toutes faites, dont il n'entrevoit, au début, ni les applications, ni le pourquoi, et qui lassent sa jeune intelligence encore incapable de généraliser et d'abstraire. Ce régime indigeste le dégoûte ordinairement des fruits de la science avant qu'il ait put y mordre; il ne tarde pas à considérer l'école, qui devrait l'attirer, comme une prison, et le maître comme un bourreau chargé de lui appliquer la torture. Si l'on s'attachait, au contraire, à répondre aux questions que font naître chez lui les phénomènes qui frappent ses sens, et qui l'entourent, il

cesserait de considérer l'étude comme une corvée. On éveillerait ainsi l'intelligence, l'esprit d'observation et le goût de l'étude, sans être forcé de recourir à la férule des pensums (1).

Quant à l'enseignement moyen, l'introduction des principes de physique et de biologie offrirait deux résultats pratiques d'une grande importance. Tout en initiant le jeune homme aux lois de la nature, qui lui apprennent à se conduire dans la vie, ils développeraient certaines facultés essentielles laissées trop souvent en friche par la méthode actuelle. En effet, pour peu qu'on se donne la peine d'observer, on ne tarde pas à constater que la moyenne des esprits formés dans nos écoles littéraires, se caractérise par un développement souvent exclusif de la mémoire et de l'imagination, aux dépens des facultés d'analyse et de généralisation. Cette lacune saute particulièrement aux yeux dans l'enseignement de l'histoire, qui laisse à désirer, tant au point de vue de l'examen des faits que de leur synthése. Les auteurs classiques se calquent les uns sur les autres, et noient les données essentielles dans un océan de détails, amalgame indigeste que l'élève s'empresse d'oublier dès qu'il a quitté le collége. Cette absence d'initiative, de critique et de synthèse qui se fait jour de toute part, qui perpétue d'anciens abus et s'oppose à l'adoption des réformes les plus nécessaires, ne fournit-elle pas une preuve éclatante de l'insuffisance des humanités actuelles, qui exercent la mémoire et l'imagination aux dépens des facultés essentielles de la raison, de celles qui affranchissent l'homme des préjugés et de la routine, en apprenant à penser et en formant des esprits exacts. Les anciens pédagogues avaient

(1) Nous avons préconisé ces réformes depuis plusieurs années à la Société centrale d'agriculture de Belgique (Bulletins 1875-76), et à la Société scientifique de Bruxelles (Annales 1e année, séance du 16 avril 1876). Dans un récent article publié par la *Revue de Belgique*, M. Hermann Pergameni, reprenant notre thèse, annonce que cette méthode est déjà adoptée et pratiquée avec succès dans les nouvelles écoles fondées par la ligue de l'enseignemont. Puissions-nous la voir également adoptée dans nos écoles religieuses.

parfaitement compris cette lacune, quand ils inscrivaient, pour une large part, les mathématiques au programme de l'enseignement moyen. Mais les abstractions des mathématiques ne sont pas accessibles à tous; elles sont, d'ailleurs, enseignées de telle sorte que bien peu d'élèves profitent de ce contre-poids nécessaire de l'imagination.

La substitution des sciences naturelles aux mathématiques dans les classes inférieures des humanités, rétablirait l'équilibre, et constituerait une excellente préparation à l'étude des sciences exactes par des exercices attrayants et répétés d'intuition, de synthèse et d'analyse, d'observation, d'induction et de classification, à condition, bien entendu, de ne pas commencer par la fin, c'est-à-dire, par les généralités et les nomenclatures, préliminaires obligés de tous les traités classiques. Il faut, comme le dit parfaitement Huxley, que l'esprit de l'élève soit mis d'abord directement en relation avec les faits. On ne doit plus se borner à lui dire une chose, mais il faut la lui faire voir telle qu'elle est et non autrement. Cette méthode scientifique ne peut être remplacée par aucune autre espèce de discipline, car en mettant l'esprit directement en rapport avec les phénomènes, elle exerce l'intelligence aux procédés de l'induction dans toute leur plénitude, et habitue l'individu à tirer lui-même des conclusions des faits particuliers connus par ses observations personnelles.

Loin de compromettre l'enseignement des lettres, ces études contribueraient largement à les fortifier, en ouvrant des horizons nouveaux aux intelligences et en leur imprimant plus de fermeté, de précision et de critique. Quoi qu'on ait dit, la rigueur de l'esprit n'exclut pas le sentiment; au contraire, il préserve du scepticisme qu'engendre la perte des illusions, en nous habituant de bonne heure à ne voir dans les choses que ce qui s'y trouve. Euler, Newton, Cuvier, Ampère, Cauchy, etc. conservèrent toute leur vie une grande délicatesse de sentiment, un goût prononcé pour les arts, et des convictions religieuses d'autant plus fermes qu'elles reposaient sur des principes plus raisonnés.

Le second avantage, considérable à nos yeux, qui résulterait de cette réforme, c'est que chacun serait initié désormais aux grandes découvertes de son temps, aux transformations sociales qu'elles entraînent ou qu'elles préparent, aux moyens d'éviter et de combattre les forces destructives de la nature, par la connaissance des lois fondamentales de l'organisation et de l'hygiène.

L'intime subordination de l'esprit à l'état du cerveau et du sang qui le nourrit, constitue l'une des découvertes de la biologie moderne qu'il importe le plus au professeur de connaître, pour redresser à temps les tendances vicieuses ou maladives, qui altèrent si profondément l'équilibre mental et corporel.

N'est-ce pas un devoir de conscience pour les hommes qui sont chargés d'élever les autres, de s'initier sérieusement aux lois qui président à l'évolution régulière et parallèle de l'âme et du corps, afin de ne pas s'exposer, en les violant sans le savoir, à aggraver les maux qu'ils veulent combattre. Combien de malheureux, même dans les classes instruites de la société, traînent une existence misérable, ou meurent à la fleur de l'âge, parce que leurs parents, leurs maîtres ou eux-mêmes, absorbés par la culture de l'esprit, ont transgressé, sans en avoir conscience, les lois de l'équilibre organique.

Combien de milliers d'enfants échapperaient chaque année à la mort, si leurs mères, au lieu d'avoir consacré exclusivement leur jeunesse à l'étude des arts d'agrément, avaient acquis les notions élémentaires d'hygiène et de biologie nécessaires pour connaître les causes de destruction si multiples qui entourent l'homme à son berceau.

Certes, la science et l'hygiène ne suffisent pas à régénérer le monde, mais la loi physique est inséparable de la loi morale et nous ne craignons pas d'affirmer qu'elles ne peuvent se passer l'une de l'autre sans que l'équilibre social ne se rompe : car, si les sociétés qui repoussent l'hygiène morale, c'est-à-dire la révélation surnaturelle, se décomposent rapide-

ment, celles qui méconnaissent l'hygiène physique, la révélation naturelle, marchent également à la ruine. Quand les tempéraments s'altèrent, les esprits s'affaiblissent, le niveau moral baisse et bientôt la nation, ainsi dégénérée, est supplantée par une autre dans la lutte pour la vie, qui existe, on ne peut le méconnaître, entre les peuples comme entre les individus.

Si, en matière d'instruction, nous partageons sur plusieurs points les opinions de M. Huxley, nous sommes séparés de lui par un abîme, en ce qui concerne les fondements de la morale, c'est-à-dire, en matière d'éducation.

Huxley convient qu'un cours scolaire qui fait connaître aux élèves la loi morale, et les dresse à obéir, embrasse la partie majeure, la plus importante de toute éducation. Mais il n'admet pas l'efficacité de cet enseignement présenté d'une façon dogmatique ; il faut prouver à l'écolier, dit-il, que toute loi morale a sa raison d'être dans la nature même des choses, et que s'il ment, que s'il vole, il en résultera pour lui des conséquences fâcheuses, tout aussi certaines que s'il met la main au feu ou qu'il se jette par la fenêtre. De même, le seul moyen, à son avis, de calmer les mauvaises passions de l'ouvrier qui voit les riches rouler sur l'or, et nourrir leurs chiens de ce qui eût empêché ses enfants de mourir de faim, c'est de lui faire voir, dès sa jeunesse, qu'il y a une relation nécessaire entre la loi morale, qui défend de voler, et la stabilité de la société.

De la part d'un philosophe positiviste, cette manière de voir nous cause un étonnement non moins profond que les arguments fondés sur des hypothèses pures, qui portaient tout à l'heure Huxley à rejeter les dogmes fondamentaux du christianisme. Encore une fois autant les travaux scientifiques du célèbre anatomiste accusent de minutieuses recherches dans l'ordre matériel, autant ses théories philosophiques trahissent une ignorance profonde des mobiles du cœur humain.

Comment, l'ouvrier que la misère asservit aux caprices d'un riche égoïste, habitué à traiter le travailleur comme une

machine, accepterait son sort avec résignation, dès qu'il saurait que l'intérêt général exige impérieusement le sacrifice de son bonheur, de sa liberté, et souvent de l'honneur de sa famille ? Mais la raison, sans la foi, lui ordonne au contraire de rompre l'équilibre d'une société qui l'opprime.

Soutenir sérieusement une pareille thèse, n'est-ce pas fournir, sans s'en douter, la démonstration la plus éclatante de la nécessité des principes religieux que l'on veut combattre. Il faut, en effet, avoir bien peu observé les hommes, pour méconnaître à ce point le sentiment de la conservation qui porte fatalement tous ceux dont on a borné l'horizon aux jouissances de ce monde, à sacrifier les autres à leur égoïsme. Un regard jeté autour de soi dans la société, fournit immédiatement d'éloquentes réponses à cette pitoyable théorie. Les philosophes soi-disant positivistes oublient toujours qu'il ne suffit pas de connaître le bien pour le pratiquer, et qu'il faut d'autres motifs que ceux qu'ils puisent dans les lois de l'économie sociale pour déterminer l'homme à sacrifier ses jouissances ici-bas aux jouissances des autres. C'est ce que le christianisme seul a compris, et c'est pour cela que seul il a su tirer le monde de la barbarie ; lui seul aussi pourra l'empêcher de s'y replonger, en combattant les fatales doctrines dont les savants modernes se font aveuglément les apôtres.

Tout en niant carrément l'existence de l'âme comme principe distinct du corps (1) Huxley se défend énergiquement de la qualification de matérialiste. On ne peut, en effet, identifier complétement sa philosophie, qui relève à la fois de Locke, de Kant, de Berkeley et de Hume, avec le matérialisme dogmatique et tranchant des Buchner et des Molleschott. Huxley considère, il est vrai, tous les phénomènes de l'univers, y compris la pensée, comme produits par des actions mécaniques, bien qu'il ait écrit quelque part que son

(1) *Sur la base physique de la vie.* — Toute action vitale est le résultat des propriétés de la matière organisée. La pensée est aussi l'expression des changements moléculaires de cette matière de la vie.

matérialisme pouvait s'accorder avec l'existence de l'âme et l'existence de Dieu. Mais il s'écarte de l'école matérialiste, pour se rapprocher de l'idéalisme, quand, se fondant sur les travaux de Helmholtz, il déclare avec Berkeley que toute expérience nous laisse en nous-mêmes sans une connaissance objective, c'est-à-dire que nous n'avons aucune preuve certaine de l'existence du monde extérieur, parce que toutes les sensations se réduisent en dernière analyse, à des ébranlements moléculaires du cerveau, et toutes les connaissances des objets à des états divers de la conscience.

Ainsi Huxley repousse l'acte de foi des matérialistes, et s'efforce d'échapper à la singulière contradiction d'une école qui n'admet d'autre base de certitude que le témoignage des sens, sans s'apercevoir que le sens intime seul, dont ils méconnaissent l'autorité, nous est garant de la certitude de ce témoignage. « Ce qui perçoit ou connaît est esprit, par conséquent, conclut Huxley, la connaissanee que nous donnent les sens est une connaissance de phénomènes spirituels... »

Ce qui n'empêche pas Huxley de repousser toute connaissance et toute philosophie qui ne repose pas uniquement sur l'expérience et l'observation, et de renier, en fait, tous les témoignages du sens intime, autres que celui qui affirme la réalité du monde extérieur.

« Toute connaissance est l'expérience des faits, acquise au moyen des sens. Les philosophies ont obscurci notre expérience, en y ajoutant bien des choses que nos sens ne peuvent observer. Ainsi, la métaphysique nous enseigne qu'un fait que nous observons est une cause, et qu'un autre fait est l'effet de cette cause ; mais une analyse sévère nous fait reconnaître que les sens ne nous font rien observer comme cause ou comme effet. Ils observent qu'un phénomène succède à un autre, que tel fait ne manque jamais d'en suivre un autre dans certaines occasions, et qu'au principe de causalité, nous devrions substituer la succession invariable. De même, une philosophie ancienne distingue, dans les

objets, les qualités essentielles et accidentielles. Mais l'expérience ne connaît ni l'essence ni l'accident ; elle voit seulement que certaines marques s'attachent invariablement ou passagèrement à un objet.

» Comme toute connaissance est relative, la notion de la nécessité d'une chose doit être bannie avec d'autres traditions. »

Est-ce assez clair ? Le principe de causalité, la notion de la nécessité sont condamnés par l'expérience des sens et relégués parmi les idées fausses engendrées par la « métaphysique. »

N'en déplaise à M. Huxley, A. Comte et son disciple M. Littré affirment, en d'autres termes, absolument la même chose, et les conclusions du positiviste anglais ne l'autorisent pas, en bonne logique, à renier sa parenté morale avec le fondateur du positivisme en France.

Cependant Huxley professe, pour celui que M. Littré appelle, sans sourciller, « le père de la pensée moderne, » un dédain majestueux. En toute occasion, il s'attache dans ses discours à démolir celui qui fut longtemps le fétiche du rationalisme scientifique en France ; mais les impardonnables bévues qu'il met en lumière, et qui réduisent à leur juste valeur les apologies ridicules de M. Littré, n'établissent nullement une distinction de principes entre les positivistes de chaque côté du détroit. Au contraire, entre les méthodes et les procédés des deux écoles, il existe une analogie frappante. De part et d'autre, même tendance à plier les faits aux exigences de la doctrine, à confondre l'hypothèse avec les faits, à réduire tous les phénomènes psychologiques et moraux à des actions mécaniques.

On prétend ne voir dans l'univers que le côté purement phénoménal des choses et nier la finalité dans la nature, en supprimant le principe de causalité : comme s'il suffisait de prouver qu'il n'y a, dans le monde matériel, que des enchaînements de phénomènes s'engendrant les uns les autres, pour être en droit de nier la cause première et l'idée qui présida à l'organisation de l'univers.

Étrangers, pour la plupart, aux principes de la philosophie, les positivistes, qui nous déclarent incapables d'interroger la nature sans parti pris, tombent, à chaque instant, dans les excès de la scolastique, en dénaturant les faits pour confirmer leurs systèmes. Cette tendance des savants matérialistes à ne voir dans la nature que ce qui leur plaît, est si évidente que leurs chefs d'école les plus sincères sont amenés à en faire l'aveu (voir le récent discours de M. Virchow à Cologne).

Quel que soit le masque dont il s'affuble et la philosophie derrière laquelle il s'abrite, c'est toujours le vieux matérialisme qui perce sous ces apparences inoffensives et neuves.

Leibnitz avait déjà parfaitement caractérisé le positivisme moderne quand il disait : « Les progrès des sciences physiques ayant fait découvrir un plus grand nombre de causes secondes, et dispensé de recourir pour l'explication des phénomènes de la nature à l'action immédiate de la divinité, on en a conclu, avec autant de témérité que de confiance, sans remonter aux principes, que la raison naturelle ne fournissait aucune preuve de l'existence de Dieu, faisant ainsi servir l'esprit humain à s'aveugler lui-même. »

Renier toute connaissance en dehors de celles qui s'acquièrent par l'exercice des sens, c'est pratiquer une mutilation volontaire de sa raison, c'est se condamner à ne regarder qu'au dehors, car les sens ne nous mettent en rapport qu'avec le monde extérieur, et ne découvrent que le côté le plus superficiel, le plus incertain des phénomènes.

Voilà comment les esprits les plus subtils et les plus exercés à l'analyse sont amenés à formuler des théories monstrueuses, qui accusent une ignorance manifeste des besoins de l'âme humaine.

La méthode positive appliquée à l'étude des lois qui président à la conservation de la famille et de ses sociétés, démontre, mieux que toute autre, l'impuissance et le danger d'une morale fondée sur les seules exigences de l'intérêt général. Elle établit, contrairement aux affirmations des soi-

disant positivistes, que l'ordre social est lié d'une manière indissoluble à l'idée de Dieu et de la vie future. L'expérience du présent et la voix de l'histoire le proclament à l'unisson. Par conséquent, nous sommes autorisés à conclure que l'idée religieuse est une idée nécessaire. Dès lors la religion rentre dans la catégorie des lois naturelles, et l'État a, non-seulement le droit, mais le devoir de sauvegarder le peuple par les mesures répressives les plus énergiques, contre les envahissements du scepticisme et de toute doctrine, quel que soit le nom dont elle s'affuble, qui porte atteinte à ces fondements de l'ordre social.

Les positivistes n'entrevoient pas les conséquences fatales des systèmes de morale qu'ils élaborent sur les hypothèses les plus hasardées de la science moderne. Ils ne s'aperçoivent pas qu'ils enlèvent d'une main ce qu'ils entendent prodiguer de l'autre. A quoi bon, en effet, fournir à l'homme les armes nécessaires pour triompher des éléments et pour vaincre la nature, si vous arrachez de son cœur ces principes de morale qui, seuls, lui permettent de se vaincre lui-même et de triompher des passions avilissantes qui dégradent l'âme et détruisent le corps. Voit-on, par hasard, dans les écoles de science et de médecine les jeunes gens, initiés à ces lois physiques, à cette révélation naturelle, qui constitue, aux yeux de Huxley, l'unique code de morale, donner l'exemple de la moralité et du respect d'eux-mêmes et des autres?

Le prêtre et le médecin savent par expérience ce que valent à l'âge des passions ces préceptes de morale qui ne reconnaissent d'autres lois que celles de la nature, c'est-à-dire les prescriptions de l'hygiène et de l'économie sociale.

L'explication de cette impuissance se trouve dans un FAIT qui échappe aux observations des positivistes, absorbés par les sens au point de ne plus voir que les analogies matérielles qui rapprochent l'homme de la bête; c'est l'opposition morale qui existe entre l'homme et l'animal.

Tandis que l'animal marche sûrement à l'accomplissement de sa destinée en suivant l'impulsion de son instinct aveugle,

l'homme qui s'abandonne à cet instinct n'arrive qu'à se détruire lui-même et à altérer ses plus nobles facultés. La nature, guide infaillible de l'animal, est en révolte ouverte contre l'homme et le conduit fatalement à sa perte, s'il n'oppose aux entraînements de l'instinct le frein de la raison. Si, chez les animaux, l'instinct social entraîne irrésistiblement l'individu à sacrifier sa vie aux intérêts de la collectivité, l'expérience démontre qu'il n'en est pas de même chez l'homme; et que, sous l'empire de la raison seule, l'instinct de la conservation l'emporte chez lui sur l'instinct social, s'il n'a point de motifs surnaturels pour triompher de son égoïsme. Dans la jeunesse surtout il n'est qu'une puissance au monde qui permette à l'homme d'assurer l'empire de son esprit sur les exigences parfois tyranniques de l'organisme. C'est l'idée religieuse, c'est la foi chrétienne qui seule fournit à la raison par ses dogmes et sa discipline des motifs et des forces suffisantes pour résister aux sollicitations impérieuses de l'instinct. Les matérialistes en conviennent malgré eux lorsqu'ils affirment l'impossibilité de la chasteté, et qu'ils déplorent « la nécessité de combler par le vice l'espace qui sépare l'âge de la puberté du jour où les convenances sociales permettent à l'homme de se marier (1). »

Des aveux de ce genre expliquent, mieux que tout commentaire, pourquoi ces philosophes matérialistes veulent exclure de la science l'idée de la finalité.

Non, ce n'est pas la vraie science, inspirée par la soif de la vérité, qui peut former des matérialistes et des athées; il faut chercher ailleurs la source d'impiété où s'abreuve la science moderne. Eh bien, nous n'hésitons pas à le dire, il faut la chercher surtout dans l'immoralité des écoles, dans le dévergondage des mœurs de l'étudiant (2). Un trop grand nombre de jeunes gens sortent des universités déjà blasés

(1) *Revue des deux Mondes*, octobre 1874. *La doctrine de l'Inconscient* par Ed. von Hartmann.

(2) Voir le Mandement du card. Pecci pour le carême de 1877.

sur les jouissances de la vie, le cœur souillé par la débauche que des maîtres cyniques n'hésitent pas à proclamer souvent un mal nécessaire.

Conséquence fatale et logique de la liberté de penser qui, en dédaignant le terrain solide de la vérité religieuse pour s'abandonner aux ondes mouvantes et trompeuses des systèmes philosophiques, aboutit toujours au même point, au *scepticisme,* c'est-à-dire au naufrage de la raison et du sens moral.

En examinant dans un prochain article les découvertes scientifiques de Huxley et des transformistes allemands, tels que Hæckel, Vogt et Virchow, nous verrons comment ces savants en sont arrivés aujourd'hui, d'aveu en aveu, à reconnaître eux-mêmes l'inanité des arguments, tirés de l'étude de la nature, qu'ils opposent à la vérité catholique.

A. Proost.

LA THÉORIE

DU

SOMMEIL PHYSIOLOGIQUE

D'APRÈS M. PREYER (D'IÉNA).

I.

Dans son histoire naturelle de l'homme, Buffon décrit ainsi les impressions que dut ressentir le premier homme à son premier sommeil et à son premier réveil : « Une certaine » langueur s'empara peu à peu de tous mes sens, appesantit » mes membres et suspendit l'activité de mon âme; je jugeai » de son inaction par la mollesse de mes pensées; mes sen- » sations émoussées arrondissaient tous les objets et ne pré- » sentaient que des images faibles et mal déterminées.

» Tout fut effacé, tout disparut; la trame de mes pensées » fut interrompue, je perdis le sentiment de mon existence. » Ce sommeil fut profond, mais je ne sais s'il fut de longue » durée, n'ayant point encore l'idée du temps et ne pouvant » le mesurer; mon réveil ne fut qu'une seconde naissance et » je sentis seulement que j'avais cessé d'être. Cet anéantis- » sement que je venais d'éprouver me donna quelque idée de » crainte, et me fit sentir que je ne devais pas exister toujours.

» J'eus une autre inquiétude; je ne savais si je n'avais pas

» laissé dans le sommeil quelque partie de mon être; j'es-
» sayai mes sens, je cherchai à me reconnaître. » Quoiqu'il soit peu probable que le premier homme fût aussi philosophe que le fait Buffon, n'y a-t-il pas quelque chose de vrai dans ces pensées qui lui sont attribuées? N'est-ce pas un phénomène réellement mystérieux que le retour périodique de cet état, auquel on se laisse aller avec sécurité, bien qu'en apparence il soit une image plus ou moins imparfaite de la mort? Et ne comprend-on pas jusqu'à un certain point les appréhensions du premier homme qui allait se livrer à ce sommeil, pendant lequel on vit sans le savoir, on pense et on agit sans le vouloir?

Et cependant une grande partie de notre existence s'écoule dans cet état. L'enfant qui vient de naître reste plongé dans un sommeil presque continuel. Plus tard encore les heures de la nuit ne suffisent pas à son repos; il doit y consacrer une partie du jour. Enfin l'homme adulte, aussi bien le savant que l'ouvrier, le travailleur comme le rentier, doit, sous peine de maladie et même de mort, se soumettre à cette loi générale des êtres vivants.

Il n'est donc pas étonnant que de tout temps on ait cherché à découvrir le secret de cette mystérieuse périodicité de la veille et du sommeil à laquelle nous sommes tous condamnés. C'est assez dire que les théories imaginées pour expliquer ce phénomène sont nombreuses et variées.

Les anciens, qui, plus sagaces que beaucoup de savants modernes, rapportaient à la divinité tout ce qu'ils ne pouvaient comprendre, faisaient du sommeil un dieu, fils de l'Érèbe et de la Nuit, frère jumeau de la Mort; ce dieu habitait la montagne de l'oubli et on lui avait donné un pavot pour symbole. Quand le règne de la fable eut perdu de son prestige, on tenta des explications plus ou moins scientifiques, et les opinions les plus disparates et parfois les plus bizarres partagèrent tour à tour le monde savant. C'est ainsi qu'on attribuait le sommeil soit à un dessèchement, soit à une plus grande humidité de la substance cérébrale; d'après quelques-

uns cet état était dû à une compression du cerveau, d'après d'autres à un relâchement ou à une dilatation des ventricules. Argenterius s'efforçait vainement d'établir que le sommeil est déterminé par un abaissement de la chaleur animale; enfin, en 1819, un auteur allemand ne trouva rien de mieux que d'en faire une espèce d'explosion occasionnée par la combinaison des électricités positive et négative du cerveau.

Aujourd'hui, sauf l'opinion isolée de Brown-Séquard, qui considère le sommeil comme une attaque quotidienne d'épilepsie (1), la plupart des physiologistes se divisent en deux camps. D'après les uns, le sommeil serait dû à une anémie cérébrale, produite par la contraction des vaisseaux sanguins du cerveau ; d'après les autres, au contraire, le sommeil tiendrait à une congestion cérébrale résultant de la dilatation des vaisseaux de cet organe.

Pour élucider la question, on a institué des expériences dans lesquelles on pratiquait par la trépanation une espèce de fenêtre au crâne de certains animaux, de manière à découvrir une portion du cerveau et à permettre d'observer l'état des vaisseaux qui sillonnent la surface de cet organe. Les résultats de ces expériences furent malheureusement contradictoires. Ils n'ont, du reste, pas une valeur très grande. Il s'agit, en effet, d'une opération grave qui doit nécessairement troubler plus ou moins les conditions de la circulation du sang. En outre, ces observations furent presque toutes faites pendant le sommeil artificiel, procuré à l'aide des agents narcotiques ou anesthésiques. Or on n'est pas en droit d'assimiler complétement les phénomènes qui caractérisent cette espèce d'empoisonnement avec ce qui se passe dans le sommeil naturel. C'est ce que fait remarquer avec raison Preyer, qui tombe pourtant lui-même dans la même confusion.

Cependant, des deux théories c'est celle de l'anémie cérébrale qui a le moins d'arguments et d'expériences à son actif.

(1) Brown-Séquard. Leçons sur les nerfs vaso-moteurs, sur l'épilepsie...

Et, ce qui est plus important, les faits cliniques lui sont contraires. On sait, en effet, que dans les cas d'appauvrissement du sang, qui résultent par exemple d'hémorrhagies abondantes ou de maladies graves, un des symptômes les plus pénibles est une insomnie parfois très rebelle. Dans la pléthore, au contraire, on remarque souvent une somnolence difficile à surmonter. Enfin on a pu provoquer une anémie cérébrale, soit par la ligature des artères qui conduisent le sang au cerveau, soit par la faradisation des bouts céphaliques des deux cordons sympathiques cervicaux, sans qu'il parût en résulter la moindre tendance au sommeil.

Au reste, l'état congestif du cerveau pendant le sommeil me paraît avoir été définitivement établi par J. Müller (1) et Gubler (2). Ces deux observateurs ont constaté que pendant le sommeil la pupille est toujours plus ou moins contractée, et qu'en même temps les conjonctives des yeux sont un peu injectées; or ces deux phénomènes coïncident presque toujours avec une congestion cérébrale (3). Ce fait a d'autant plus de valeur qu'il a été observé pendant le sommeil naturel, et non dans ces états déterminés par l'administration d'une substance hypnotique ou anesthésique.

Est-ce à dire que cette congestion au cerveau soit la cause déterminante du sommeil? Évidemment non. C'est tout au plus une cause prédisposante; peut-être même n'est-ce qu'un phénomène concomitant, dont nous dirons plus tard la valeur et le but. Nous n'avons donc pas là une interprétation satisfaisante du sommeil. Il faudrait, d'ailleurs, encore expliquer pourquoi et comment cette congestion se produit régulièrement, tous les jours, à peu près aux mêmes heures; pourquoi et comment cet état disparaît après un certain nombre d'heures de sommeil.

(1) J. Müller. *Manuel de physiologie.*

(2) Gubler. *Société médicale des hôpitaux* et *Leçons de thérapeutique.*

(3) Langlet. *Étude critique sur quelques points de la physiologie du sommeil.* Thèse de Paris, 1872.

Frappé de ces lacunes, Preyer, professeur de physiologie à l'université d'Iéna, imagina une nouvelle théorie qui lui parut rendre un compte suffisant de ce phénomène ; et il l'exposa dans un discours qui fit sensation au congrès des naturalistes et médecins allemands, tenu l'an dernier à Hambourg. C'est cette théorie que je veux exposer brièvement, et dont je me permettrai de faire une courte étude critique.

II.

Pour édifier sa théorie, Preyer part d'un fait, incontestable d'après lui, c'est que le sommeil est toujours précédé d'une période de fatigue : fatigue des organes de sens, surtout des yeux et des oreilles, fatigue du cerveau ou fatigue des muscles.

Toute la nouvelle théorie repose sur une hypothèse fondamentale que voici : aucun phénomène psychique ou cérébral, quel qu'il soit, ne peut se manifester, si le cerveau n'a à sa disposition une certaine quantité d'oxygène qui lui est apportée par le sang. Les cellules nerveuses centrales manquent-elles d'oxygène, les actions cérébrales se relâchent comme dans le sommeil.

Bien que l'auteur reconnaisse que cette hypothèse ne peut être établie par des preuves directes, il la croit cependant des plus vraisemblables. En effet, dit-il, il est certain que de l'oxygène est consommé dans le cerveau ; ce qui le prouve, c'est que le sang revenant de cet organe contient moins d'oxygène que le sang qui s'y rend. Par des expériences minutieuses, Preyer a démontré que, de tous les tissus du corps, aucun, sauf peut-être celui du foie, n'enlève aussi rapidement l'oxygène au sang que le tissu cérébral. En outre, si on lie les artères qui conduisent le sang au cerveau, les fonctions cérébrales sont bientôt suspendues. Enfin, le physiologiste allemand a observé des animaux placés dans une atmosphère confinée ; peu à peu tout l'oxygène de cette atmosphère étant

consommé par la respiration, on voit survenir un affaiblissement graduel de l'activité cérébrale; rend-on un peu d'oxygène à l'animal, on remarque que les phénomènes cérébraux se réveillent insensiblement.

Cette hypothèse étant admise, il y a lieu, dit Preyer, de se demander si le sommeil naturel n'est pas amené par ce fait qu'à certains moments, par exemple lorsque la fatigue est survenue, le cerveau aurait trop peu d'oxygène à sa disposition pour pouvoir fonctionner. Or, il est établi que le cerveau d'un animal qui dort reçoit autant de sang, peut-être plus, qu'à l'état de veille; comme, d'autre part, il n'est pas admissible qu'un animal endormi absorbe moins d'oxygène que lorsqu'il veille, il faut rechercher si pendant le sommeil l'oxygène du sang ne reçoit pas une autre destination que la production des phénomènes psychiques, et si ce n'est pas ce détournement de l'oxygène qui amènerait cette suspension des fonctions intellectuelles caractérisant le sommeil.

Or voici, d'après Preyer, quel serait le mécanisme de cette espèce d'asphyxie cérébrale. Pendant le travail intellectuel aussi bien que corporel il se forme une série de substances particulières, qui n'existent pas du tout, ou seulement en minime quantité, à l'état de repos. C'est la formation de ces substances qui produit la fatigue; aussi Preyer leur a-t-il donné le nom de substances ponogènes (Ermüdungsstoffe). Ces substances peuvent s'accumuler dans le sang et dans les organes; et comme elles ont une grande affinité pour l'oxygène, elles s'emparent de cet élément qui était destiné au cerveau et aux muscles. L'accumulation de ces substances caractérise la fatigue; leur oxydation produit le sommeil. Au bout d'un certain temps, la combustion de ces matières est achevée, et alors la plus légère excitation ramène l'activité cérébrale et l'homme ou l'animal se réveille.

On le voit, cette théorie comprend deux points principaux à démontrer : le premier, c'est que ces substances, nommées ponogènes par Preyer, existent réellement dans le corps, qu'elles se forment et s'accumulent pendant le travail corpo-

rel ou intellectuel; le second point à établir est que ces substances ont effectivement la propriété de déterminer la fatigue d'abord, le sommeil ensuite.

Or, il est parfaitement démontré que les muscles contiennent une certaine quantité de ces substances, qui augmentent pendant le travail corporel. Déjà en 1807 Berzelius avait trouvé dans les muscles un acide particulier (l'acide inosique ou l'acide lactique); en 1841 il constatait que la proportion de cet acide est beaucoup plus grande lorsqu'on le recherche chez un animal qui a couru. Plus tard, en 1850, du Bois-Reymond démontra que la réaction d'un muscle au repos est neutre ou légèrement alcaline; celle d'un muscle qui a agi est acide. D'après Liebig, la chair des animaux sauvages contient plus de créatine que celle des animaux domestiques. Helmholtz, en opérant sur des animaux à sang froid, a vu que, dans les muscles fatigués, les matières solubles dans l'alcool sont augmentées, tandis que les matières solubles dans l'eau sont diminuées. Mateucci a observé les mêmes modifications sur un animal à sang chaud. Enfin Claude Bernard a observé en 1858 que les muscles qui fonctionnent consomment plus d'oxygène que les muscles inactifs, ce qui a été confirmé par les recherches quantitatives de Ludwig. La formation de l'acide lactique et de la créatine par le travail corporel est donc bien démontrée.

En est-il de même du travail intellectuel? Le fait est moins certain. Preyer reconnaît que ses observations ne lui ont pas permis de constater une réaction acide des nerfs vivants; il paraît cependant que la substance grise du cerveau présente quand on l'examine, donc quand elle a été en activité, une réaction acide évidente; et Gscheidlen aurait même pu reconnaître que cette réaction est due à la formation d'acide lactique. Pour que ces recherches soient concluantes, elles devraient être faites sur des animaux trépanés; il faudrait rechercher, en outre, si le sang veineux qui revient du cerveau diffère à l'état de veille et pendant le sommeil. Preyer ne doute pas que ces expériences ne démontrent la formation d'acide lactique par suite de l'activité cérébrale.

Mais ces substances, qui se forment tout au moins pendant le travail corporel, sont-elles la cause productrice de la fatigue d'abord, du sommeil ensuite? Tel est le second point que Preyer cherche à établir; et il invoque à l'appui les expériences qui ont été instituées sur les animaux et sur l'homme. Un physiologiste allemand, Ranke, dit avoir pu produire tous les effets de la fatigue, en injectant de l'acide lactique dans le tissu musculaire. Lorsque cet acide est éliminé ou enlevé artificiellement, la fatigue disparaît, et le muscle retrouve toute son énergie d'action. Preyer a cherché à obtenir les mêmes résultats en faisant pénétrer ces substances dans le sang. Il a commencé par expérimenter sur des animaux de différentes espèces; il s'est borné à employer l'acide lactique, la substance ponogène par excellence; les résultats furent frappants, d'après lui. Les phénomènes qui se manifestent sont identiquement les mêmes que si l'animal s'était endormi spontanément : mouvements respiratoires plus lents et plus profonds, température légèrement abaissée, pouls moins fréquent. Si on réveille l'animal, il se conduit comme au sortir du sommeil naturel; il chancelle d'abord, se raffermit ensuite, mais se rendort bientôt si on l'abandonne à lui-même. Cependant pour réussir, il faut s'entourer de beaucoup de précautions et éviter toutes les causes d'excitation. Preyer a ensuite expérimenté cette substance sur lui-même; il a pu, par l'ingestion de l'acide lactique, se procurer non-seulement la sensation de fatigue, l'inaptitude au travail, mais même une tendance insurmontable au sommeil.

Un certain nombre de médecins ont répété les essais de Preyer, entre autres Meyer, Mendel, Biberbach, von Böttcher, Bergmann, Erler, Senator, etc... Les résultats obtenus sont assez contradictoires. Si dans un grand nombre de cas, l'effet de l'acide lactique était incontestable, dans d'autres il était absolument nul. Mais ces insuccès n'ont pu ébranler l'opinion de Preyer. On observe, dit-il, les mêmes insuccès avec d'autres médicaments hypnotiques, tels que la morphine, le chloral, etc... On doit les attribuer soit à une idiosyncrasie du

sujet expérimenté, soit à l'impureté de la préparation employée, soit à un vice dans le mode d'administration.

III.

Quelle est donc la valeur de cette nouvelle théorie du sommeil? Preyer a-t-il réellement trouvé la solution de ce problème redoutable, qui avait défié jusqu'ici les efforts des observateurs les plus perspicaces? Serait-il vrai que cet état successif de fatigue et de sommeil, dans lequel nous retombons périodiquement, est dû exclusivement à la production d'un état physico-chimique de l'organisme?

Examinons rapidement les différents points de cette théorie. Il ne nous sera pas difficile, je pense, de démontrer la faiblesse des arguments invoqués, et de détruire tout cet édifice, si ingénieux et si séduisant qu'il puisse paraître.

Et d'abord le point de départ de l'auteur n'est pas d'une exactitude aussi absolue qu'il veut bien le dire. Il est vrai qu'en général, le plus souvent même, le sommeil est précédé d'une période de fatigue. Il existe cependant des exceptions : voyez, par exemple, le nouveau-né, chez lequel le sommeil constitue l'état habituel, sans fatigue des organes des sens ou du cerveau, et sans grand travail musculaire. Ne nous arrive-t-il pas quelquefois, en prévision d'une nuit blanche ou d'un réveil matinal, de faire, si je puis m'exprimer ainsi, provision de sommeil ou tout au moins de nous endormir à des heures inusitées et sans fatigue préalable? Il paraît enfin que certaines personnes possèdent la précieuse faculté de dormir quand et aussi souvent qu'elles le veulent (1).

Mais n'insistons pas, et voyons plutôt si nous pouvons accepter la pierre fondamentale de la théorie preyérienne,

(1) Le Dr Seydewitz en est un exemple. Il a utilisé cette faculté pour des expériences physiologiques. Voir Liebermeister, *Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers*. Leipzig 1875, p. 189.

c'est-à-dire l'argument tiré du rôle de l'oxygène dans la production des phénomènes cérébraux. Si ce fait est établi, s'il est démontré que les fonctions du cerveau sont suspendues lorsque cet organe ne reçoit plus l'oxygène qui lui est nécessaire, les conséquences que Preyer tire de cette observation ne sont cependant pas justifiables.

Et, en effet, n'avons-nous pas déjà dit que les personnes qui ont subi des pertes sanguines abondantes sont ordinairement très tourmentées par des insomnies rebelles ; elles sont parfois sujettes à des syncopes, à des pertes de connaissance ; mais ces accidents ne sauraient être assimilés au sommeil physiologique. Dans le cas d'anémie grave, dans certaines chloroses, dans les maladies chroniques, où il y a diminution du nombre des globules rouges, et par conséquent circulation moindre de l'oxygène qui est charrié par ces globules, on trouve également un sommeil difficile à s'établir et facilement interrompu. Un médecin allemand, Neudoerfer, cite plusieurs malades, atteints d'appauvrissement du sang, tourmentés d'insomnie rebelle, et auxquels la transfusion procura un sommeil réparateur que les préparations narcotiques n'avaient pu leur donner. Les pléthoriques, au contraire, chez qui la congestion du visage et l'injection des conjonctives indiquent évidemment un afflux de sang vers le cerveau, accusent ordinairement une grande propension au sommeil.

L'expérience de Preyer consistant à placer des animaux dans une atmosphère confinée n'est pas concluante. Il s'agit ici d'une asphyxie qui ne peut être comparée au sommeil. En voulez-vous la preuve? observez la différence de terminaison de ces deux états : quand l'asphyxié revient à lui, il n'a pas conscience de ce qui lui est arrivé ; il regarde étonné autour de lui, s'informe de ce qui vient de se passer, ne s'explique pas l'expression inquiète de ceux qui l'entourent ; il ne se souvient pas des souffrances éprouvées pendant son accident ; parfois même il a perdu la mémoire des faits qui ont immédiatement précédé l'événement dont il a failli être la victime ; l'homme qui sort du sommeil naturel a conscience

de son état ; il sait qu'il a dormi ; il se souvient de ses rêves et des faits antérieurs à son sommeil ; en un mot, il n'y a pas eu interruption complète des fonctions cérébrales.

Il est étonnant que Preyer ait commis cette confusion entre le sommeil et l'asphyxie, confusion dont il s'est plaint au début de son discours. Les exemples abondent pour prouver que dans le sommeil physiologique les fonctions de relation ne sont nullement suspendues. Ainsi voyez les organes des sens, et d'abord la vue : certes, s'il est un organe qui a besoin de repos, c'est bien l'œil ; c'est lui qui cherche le premier le repos ; c'est la chute des paupières qui caractérise l'assoupissement précédant le sommeil. Et cependant l'œil suspend-il ses fonctions ? Non ; une lumière trop éclatante peut traverser les paupières, impressionner la rétine et réveiller le dormeur. Il y a plus : si vous vous êtes endormi éclairé par une lumière souvent peu intense, il suffit parfois que cette lumière disparaisse, pour que le sommeil cesse.

Il en est ainsi de l'ouïe. Le bourdonnement d'une mouche frappe vos oreilles et vous tire de votre sommeil. Ou bien vous vous êtes endormi pendant une lecture monotone ou même variée ; le lecteur élève la voix sans interrompre votre sommeil ; il se tait et vous vous éveillez.

Dans ces deux exemples, c'est l'obscurité et le silence qui vous éveillent. Vous voyiez donc cette lumière, vous entendiez ce bruit.

Je pourrais en dire autant des autres phénomènes psychiques ; c'est ainsi que la sensibilité n'est pas suspendue, mais ou bien émoussée, ou bien exaltée. On s'imagine parfois entendre la foudre et les éclats du tonnerre, parce qu'un tout petit bruit s'est produit dans les oreilles ; on croit traverser des brasiers ardents et être brûlé, parce qu'on éprouve une légère sensation de cuisson. Enfin ne voyons-nous pas les somnambules aller sans trébucher d'un lieu à un autre, traverser les passages les plus périlleux, ayant pourtant les yeux fermés et dans l'obscurité ? Loin de constater une suspension des fonctions de relation, nous les trouvons plutôt vivement exaltées.

Preyer me paraît donc avoir commis une erreur en assimilant le phénomène du sommeil à cette suspension de fonctions cérébrales que détermine la suppression de l'arrivée de l'oxygène au cerveau.

Nous pourrions nous arrêter ici ; nous avons réfuté le principe fondamental de la théorie, celle-ci ne saurait rester debout. Mais il n'est pas inutile d'examiner cette découverte des substances ponogènes, par laquelle Preyer explique la production de la fatigue et du sommeil et qui n'est pas dénuée de tout fondement.

Nous avons déjà dit que les expériences avaient positivement établi la formation de substances particulières par suite du travail corporel. Preyer prétend qu'il en est de même pendant l'activité cérébrale. Il avoue cependant que les recherches faites sur ce point sont insuffisantes. Remarquons, en outre, combien ces expériences sont difficiles, délicates et susceptibles d'erreurs. Quand bien même on retrouverait de l'acide lactique dans le sang du cerveau ou dans le tissu même de l'organe, serait-on en droit d'affirmer que cet acide provient de la manifestation des phénomènes psychiques ? Ne peut-il pas être dû à la contraction musculaire générale, et arriver au cerveau, charrié par le torrent circulatoire ? N'y a-t-il pas dans le cerveau des fibres musculaires artérielles qui se contractent et qui peuvent donner lieu à la formation de cet acide lactique ?

Quoi qu'il en soit, nous avons à nous demander si ces substances particulières, qui résultent du travail et que Preyer a nommées ponogènes, sont réellement les agents producteurs de la fatigue et du sommeil. Il faut faire ici une distinction importante, que l'auteur a, sans doute, perdue de vue. Il ne faut pas confondre la fatigue avec ce qui n'en est que la sensation. C'est ce que fait remarquer le savant M. Chauffard, que je me plais à citer ici : « Je veux bien, dit-il, que » l'accumulation de l'acide lactique dans le corps du muscle » soit un résultat de la fatigue musculaire, mais elle ne sau- » rait en être la cause, ni en fournir la raison suffisante.

» C'est toujours la substitution de l'effet à la cause, et l'expé-
» rience de M. Ranke ne prouve rien. Qu'un muscle, dans
» lequel on injecte de l'acide lactique, soit impropre à fonc-
» tionner, il n'en suit nullement que la fatigue résulte de la
» présence de cet acide. C'est parce que le muscle est dans
» l'état de fatigue qu'il devient acide ; la fatigue reste le fait
» antérieur ; elle est la cause, et l'acidification lactique l'effet.
» Toutes les conditions du phénomène le prouvent. Si la fa-
» tigue résultait d'un état physico-chimique du muscle, cet
» état physico-chimique résultant lui-même du mouvement,
» il y aurait entre le mouvement et la fatigue une proportion
» régulière et constante. Les lois du mouvement physique
» deviendraient maîtresses de la fatigue, comme elles le sont
» du mouvement, quelle que soit sa forme. Or, l'expérience
» affirme, chaque jour, le contraire. Il y a des individus qui
» ressentent une fatigue extrême après un fonctionnement
» musculaire faible et de courte durée ; d'autres, — et les
» coureurs et certains travailleurs en sont un exemple frap-
» pant, — d'autres n'éprouvent aucune fatigue après le tra-
» vail musculaire le plus intense et le plus prolongé. Dira-t-
» on que, chez les premiers, un faible et court travail a
» accumulé, dans leurs muscles, une quantité insolite d'acide
» lactique ; et que chez les autres, un dur et long travail n'a
» amené aucune acidification dans leurs muscles rebelles ? Il
» y aurait donc des muscles rebelles à la pénétration de
» l'acide lactique, ce qui les rendrait infatigables ! Qui vou-
» drait soutenir une proposition si étrange ? Si toute sub-
» stance musculaire est sujette à s'acidifier, et si le mouve-
» ment est cause de cette acidification, et si celle-ci est cause
» de la fatigue, pourquoi y a-t-il des muscles qui se fatiguent
» et d'autres qui ne se fatiguent pas ? Le mouvement ne sau-
» rait, dans des conditions analogues, produire des effets
» dissemblables, ici acidifier un muscle, et là le laisser
» neutre ou alcalin ; et s'il est la cause de la fatigue, l'ame-
» ner dans un cas et non dans un autre. Non, la fatigue
» provient de la chute de l'excitation motrice, de l'épuise-

» ment des forces que peut dépenser un organe, et non de » l'état physico-chimique de l'organe. Cet état physico-chi- » mique existe, mais il est le témoignage et non la cause de » la fatigue. De même qu'à l'état normal le mouvement phy- » sico-chimique est la condition nécessaire de la spontanéité » vivante, sans en être la cause, de même la cause de la » fatigue organique résulte dans l'atteinte portée à cette » spontanéité, à l'excitation motrice, faculté vivante, et non » dans la production chimique d'un acide (1). »

En d'autres termes, la conséquence de l'accumulation des substances soi-disant ponogènes dans l'organisme, c'est la manifestation des sensations pénibles qui caractérisent l'état de fatigue et qui avertissent l'homme ou l'animal que le moment de se reposer est arrivé. Cette action des substances ponogènes peut s'expliquer : elles agissent, sans doute, sur les terminaisons nerveuses et occasionnent ainsi ces douleurs plus ou moins sourdes qui résultent d'un travail fatigant. C'est ainsi que la contraction musculaire donne lieu, par la production de l'acide lactique, à ces souffrances si connues des marcheurs.

Voilà pour le travail corporel : « Il en est, continue » Chauffard, de la fatigue nerveuse et cérébrale comme de » la fatigue musculaire. L'accélération de combustions orga- » niques de la substance nerveuse en est probablement la » condition ; elle ne saurait en fournir la cause. Celle-ci ré- » side dans l'épuisement de ce qu'on appelle l'influx nerveux, » c'est-à-dire de l'activité nerveuse. La faculté de sentir et » celle de penser ne sont pas en proportion des mouvements » de composition et de décomposition des fibres et des cel- » lules nerveuses. La fatigue de ces facultés arrive, alors » même que l'usure organique est à peine accélérée. Il en » est que le moindre travail intellectuel accable aussitôt ; » d'autres, au contraire, sont susceptibles de supporter sans

(1) Chauffard, *La spontanéité vivante et le mouvement*. Le *Correspondant*. 1875, 1, page 1246.

» fatigue des doses effrayantes de travail psychique; ils » semblent ne vivre que par leur cerveau, et chez eux toutes » les forces de l'être s'emploient à la pensée. Durant cette » intensité de leur vie pensante la substance cérébrale de- » vient le siége d'échanges nutritifs accélérés et incessants, » et cependant cette exagération des combustions organiques » n'entraîne pas la fatigue. Celle-ci ne trouve donc pas dans » ces combustions sa cause réelle; la cause est dans le fonc- » tionnement vivant, dans les activités sensitives, affectives » et intellectuelles que la spontanéité de l'être soulève (1). »

S'il n'est pas prouvé que l'acide lactique est la cause productrice de la fatigue soit musculaire, soit nerveuse, il est encore moins probable qu'il soit l'agent hypnotique physiologique. Il est vrai que Preyer cite un certain nombre d'expériences à l'appui de son opinion. Mais nous croyons que ces faits sont susceptibles d'une interprétation que nous donnerons tantôt. Ensuite remarquons que l'action hypnotique de l'acide lactique est loin d'être constante. Ce médicament a échoué plusieurs fois entre les mains de Preyer lui-même. Meyer, Mendel, Lender et d'autres ont rencontré les mêmes insuccès. Senator le met bien au-dessous de la morphine et du chloral. Un de nos cliniciens les plus distingués (2) a fait les mêmes essais et il m'a dit avoir échoué très souvent. Devrait-il cependant en être ainsi si l'acide lactique était l'agent soporifique physiologique?

Preyer attribue ces insuccès à une idiosyncrasie du sujet. Mais cette explication me paraît inadmissible. En effet, il s'agit ici de la substance hypnotique normale, qui développe son action chaque jour, sur chacun de nous. D'autre part, si la théorie de Preyer est vraie, cette substance n'agit pas sur l'organisme, elle détermine le sommeil en enlevant au cerveau l'oxygène qui lui est nécessaire. Or, nous pouvons jusqu'à un certain point considérer l'oxygène comme un corps

(1) Chauffard, loc. cit., p. 1247.
(2) M. le prof. Vanlair, de Liége.

étranger qui circule dans le sang, faiblement combiné aux globules rouges; dira-t-on que l'acide lactique est moins oxydable chez telle personne que chez telle autre?

Il y a plus. Si l'acide lactique est réellement l'agent hypnotique physiologique, on devrait pouvoir déterminer le sommeil immédiatement après le réveil du sommeil normal; en outre, dès que les effets d'une première administration seraient épuisés, c'est-à-dire, dès qu'il n'y aurait plus dans le sang d'acide lactique oxydable, une seconde dose devrait être aussi efficace que la première; et il n'y a pas de raison pour que cet état ne puisse être prolongé indéfiniment. On ne peut, si on échoue, dire que le corps finit par s'habituer à la substance administrée; car, encore une fois, elle n'agit pas sur l'organisme, mais bien sur l'oxygène qui est constamment renouvelé par la respiration.

Au surplus, si la théorie de Preyer était vraie, si la manifestation du sommeil était due à la simple oxydation des matières ponogènes, le sommeil devrait être à peu près insurmontable. Or, on ne dort pas forcément pour avoir grand sommeil et être très fatigué. C'est ainsi, s'il m'est permis de citer un exemple qui me touche de près, qu'il arrive parfois au médecin d'avoir une nuit entière, voire même deux nuits consécutives d'insomnie complète, et cependant le médecin reste à la tâche, malgré les fatigues corporelles, les préoccupations morales, le travail de l'esprit. Ne pourrait-on pas se demander ce que devient l'acide lactique qui s'est accumulé dans ces circonstances et comment on parvient à fournir au cerveau et aux muscles l'oxygène nécessaire à de pareils efforts intellectuels et corporels?

D'un autre côté, le travailleur, l'ouvrier devrait dormir plus que le rentier inoccupé de corps et d'esprit; et cependant, tandis que le sommeil du premier ne dure souvent que cinq ou six heures, celui du second se prolonge pendant de longues nuits et, sous forme de grasse matinée et de sieste, empiète encore souvent sur la journée.

Enfin, dans l'hypothèse de Preyer, le réveil ne devrait

avoir lieu que lorsque l'oxydation des substances ponogènes est achevée. Mais ne sait-on pas que certaines personnes ne retrouvent plus un sommeil interrompu? Comment s'expliquer, d'autre part, les nuits d'insomnie causées par les grandes préoccupations morales, le chagrin, les inquiétudes ou même les fatigues excessives? Ce n'est pas l'acide lactique qui doit faire défaut dans ces circonstances qui se lient toujours à un travail cérébral plus ou moins intense.

En résumé, il ne nous paraît pas admissible que l'acide lactique soit réellement une substance ponogène, au sens que l'entend Preyer; et il est contraire à l'observation de le considérer comme l'agent hypnotique physiologique. Restent cependant les faits où on a constaté la manifestation du sommeil à la suite de l'administration de l'acide lactique. Eh bien! je crois que ces faits sont susceptibles d'interprétation et je me permets d'en risquer une. En introduisant de l'acide lactique dans l'organisme d'un animal, vous déterminez la manifestation de ces sensations qui accompagnent toute fatigue, et qui précèdent ordinairement le sommeil naturel; et répondant instinctivement aux sensations qui l'obsèdent, l'animal finit par se laisser aller à un assoupissement qui ne tarde pas à devenir un sommeil réel. Et ce qui semble prouver que ce sommeil est vraiment factice et ne répond pas à un état de fatigue, ce sont les grandes précautions dont il faut s'entourer quand on veut expérimenter l'acide lactique. Preyer recommande, en effet, d'éviter toutes les causes d'excitation, telles qu'une lumière trop vive, un bruit trop intense, etc...

Si la théorie ingénieusement édifiée par Preyer nous paraît erronée, nous n'en devons pas moins reconnaître l'importance et l'intérêt des faits découverts par le savant physiologiste. Ces faits doivent trouver leur place dans nos connaissances sur l'état de l'organisme pendant le sommeil. Nous pensons même qu'ils concordent parfaitement avec les résultats des recherches de Gubler et J. Müller. Voici, nous semble-t-il, où nous en sommes sur cette question intéres-

sante mais si ardue. Le sommeil physiologique est *ordinairement* précédé d'une période de fatigue. Cette fatigue, qui consiste essentiellement dans un épuisement de forces, s'accompagne de sensations plus ou moins pénibles déterminées par la formation et l'accumulation des substances soi-disant ponogènes; ces sensations nous avertissent que l'organisme a besoin de repos. Alors par un acte dont il est difficile, sinon impossible, de connaître la nature, l'homme s'abandonne au sommeil; les actes moteurs et intellectuels se suspendent ou s'engourdissent; ou tout au moins ils se soustraient plus ou moins à l'influence de la volonté; les muscles et le cerveau, restant dans une inaction relative, ne s'emparent plus de l'oxygène comme ils le faisaient pendant la période d'activité; et alors les substances ponogènes peuvent se combiner à cet oxygène qui n'est plus utilisé; et elles s'éliminent peu à peu de manière à faire disparaître la sensation de fatigue. Ce n'est donc pas par suite de l'oxydation de l'acide lactique que le sommeil apparaît; c'est par suite de la suspension de l'activité cérébrale que cette combustion des substances ponogènes a pu se produire. Preyer a encore une fois substitué l'effet à la cause. Le sommeil reste le fait antérieur, l'oxydation de l'acide lactique n'en est que la conséquence.

Cette explication concorde bien avec cet afflux sanguin vers le cerveau qui, d'après Gubler et J. Müller, accompagne le sommeil. Et, en effet, cette congestion a pour but de permettre à la substance cérébrale de réparer les pertes organiques subies pendant l'état de veille. Le sommeil ne sera vraiment réparateur que lorsqu'une légère augmentation de l'afflux sanguin permettra aux échanges nutritifs de se faire avec facilité. Cette augmentation est d'autant plus nécessaire qu'une partie de l'oxygène qui devait servir à la réparation organique est utilisée pour la transformation des matières ponogènes.

IV.

En résumé, ni la théorie de Preyer sur la formation et l'accumulation des substances ponogènes, ni les observations de Gubler, ni l'état congestif du cerveau ne suffisent pour expliquer le retour périodique du sommeil. Tout au plus peuvent-elles nous rendre compte de la plupart des phénomènes qui se passent dans les organes pendant cet état. Mais est-ce là le sommeil tout entier ? Je ne le pense pas. Toute théorie qui ne s'occupe que des fonctions de la vie de relation et des phénomènes purement corporels est nécessairement incomplète. Quand bien même ces fonctions seraient entièrement suspendues, ce qui n'est pas, il est encore tout un groupe de faits dont il faudrait expliquer la genèse ou les modifications. C'est ainsi que nous devrions chercher à connaître les changements qui se produisent dans les rapports de l'âme et du corps, étudier la manifestation de ces rêves qui accompagnent le plus souvent, peut-être toujours, le sommeil des organes; interpréter l'état particulier des différentes facultés de l'âme, telles que la sensibilité, la perception des idées, le raisonnement, la mémoire, l'imagination, la volonté.

Je ne crains pas de le dire, ce sont là des problèmes que la physiologie seule sera toujours impuissante à élucider, parce qu'elle ne saura jamais découvrir la nature des liens mystérieux qui unissent l'âme au corps.

Malheureusement, la plupart des physiologistes de nos jours méconnaissent la présence de cette âme qui anime et dirige le corps. Partisans de cette doctrine désolante et humiliante du matérialisme, ils espèrent que leur microscope ou leur cornue finiront par leur dévoiler les secrets de cette vie, qu'il ne sera jamais donné à l'homme de comprendre. Preyer aussi voudrait renverser cette barrière qui s'impose à la science physiologique. Il est convaincu que l'étude des conditions physico-chimiques de la substance grise du cer-

veau nous donnera la solution de tous ces problèmes du sommeil, de l'aliénation mentale et même de la pensée et de la conscience. « On ne peut pas, dit-il, admettre *a priori* que » les phénomènes de la conscience sont inexplicables. Et, je » le déclare bien haut, c'est en vain qu'on s'efforce d'arrêter » les progrès de la science dans cette voie. Jamais les sa- » vants n'accepteront les limites qu'on veut imposer à leur » savoir. La science progresse toujours ; elle marche comme » un colosse qui renverse les obstacles et les travaux de » pygmées qu'on sème sur sa route. »

Il m'a semblé que c'était bien ici le lieu de relever ces paroles vaines et prétentieuses. Il a plu à l'Auteur de toute science de mettre des bornes à notre intelligence et à notre savoir. Quelque direction qu'il prenne, quelque route qu'il suive, le savant finit toujours par arriver à des abîmes insondables au bord desquels il est prudent de s'arrêter. Ceux qui tentent de pénétrer ces mystères impénétrables s'égarent ordinairement dans leurs pensées, et, suivant la belle expression d'un auteur pieux, « ils ne saisissent que l'erreur au mo- » ment où ils croient ravir à Dieu son secret. »

Cabanis le disait lui-même : « On peut être bien sûr que » l'homme n'a jamais un besoin véritable de franchir les » bornes prescrites à ses facultés. Ce qu'il ne peut compren- » dre lui est inutile. »

Les mystères ! mot qui effarouche quelques savants modernes ! Et cependant quelle est la branche des connaissances humaines qui ne soit pleine de mystères. Voyez le règne inorganique et cette chimie qui a réalisé des progrès si considérables de nos jours : voilà trois corps simples, qu'on nomme l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Prenez-en quelques molécules, disposez-les d'une certaine façon et vous obtenez un liquide caustique d'une extrême énergie, qui brûle et détruit tout ce qu'il touche, j'ai nommé l'acide nitrique. Reprenez ces mêmes molécules, mais modifiez-en un peu la disposition et vous aurez cet élément impalpable, sans lequel nul être vivant ne saurait subsister et que les anciens appelaient si

bien *pabulum vitæ*, l'aliment de la vie, j'ai désigné l'air atmosphérique.

Et dans le monde organisé! « L'analyse, disait le P. Lacordaire en son magnifique langage, a décomposé les » germes de l'ordre animal et végétal; elle voit, elle touche » la poussière mystérieuse d'où devait s'élancer le chêne sé- » culaire des forêts ou l'agile habitant de ses sentiers per- » dus. La vie est dans ce germe; elle y demeure des siècles, » solitaire et silencieuse, sans se perdre et sans agir; mais » que l'analyse y porte la main, la vie s'enfuit comme si la » nature jalouse tenait à devenir plus incompréhensible à » mesure que son ouvrage devient plus parfait. »

La vraie science ne rejette pas les mystères; elle s'efforce plutôt d'en découvrir tous les jours de nouveaux. « Quel est » le savant, s'écrie encore le P. Lacordaire, qui ne découvre » plus d'abîmes à mesure qu'il pénètre plus loin dans la na- » ture? Quel est le soleil qui en tombant sur les corps, n'en » fasse jaillir une ombre d'autant plus forte que ses rayons » sont plus ardents. »

Et n'est-ce pas un des grands bienfaits de cette Église à laquelle nous avons le bonheur d'appartenir, d'avoir donné au savant ce flambeau de la foi, qui lui est si nécessaire quand il aborde ces régions mystérieuses et obscures de la science où les chutes sont faciles et dangereuses. Cette Église n'arrête pas les progrès de la science; elle les favorise, au contraire, en aplanissant les obstacles et en lui montrant les abîmes qui sont semés sur sa route. Et cependant notre attachement à ce guide infaillible ne nous vaut que des sarcasmes et des railleries. Tout récemment encore, dans une solennité universitaire, on nous reprochait « d'oser parler de science » catholique; comme si, ajoutait-on, la science pouvait ja- » mais être mise au service d'une religion spéciale (1). »

(1) Discours prononcé par M. Bergé, Recteur de l'Université libre de Bruxelles, à la séance solennelle de rentrée, le 8 octobre 1877. Extrait de l'*Indépendance Belge*, n° du 9 octobre 1877.

Non, nous ne demandons pas que la science soit mise au service de notre religion; mais nous remercions et nous aimons notre religion qui veut bien se mettre au service de la science pour l'éclairer et la diriger. Oui, dans ce sens, nous osons parler de science catholique; et nous ne craignons pas d'ajouter, en empruntant à la politique un mot devenu célèbre : La science sera catholique ou elle ne sera pas ; car la science ne peut être que l'expression de la vérité, qui est le fondement et l'essence de la religion catholique.

Dr A. Mœller, de Nivelles.

LES ORGANISMES MICROSCOPIQUES

DE L'OCÉAN

ET LEUR ACTION EN GÉOLOGIE.

Parmi les êtres dont les restes concourent le plus efficacement à augmenter la masse des sédiments modernes, les organismes inférieurs jouent incontestablement le premier rôle. L'étude microscopique des formations marines et fluviatiles a démontré qu'ils constituent à eux seuls, par leurs dépouilles, de vastes amas, ou qu'ils entrent du moins comme partie essentielle dans la vase qui s'accumule au fond des eaux. La nature révèle ici une puissance étonnante, en compensant la petitesse infinitésimale de ces êtres par une fécondité merveilleuse. Un naturaliste célèbre a dit depuis longtemps, que les vestiges de ces petits corps influent beaucoup plus sur l'écorce du globe que ceux des grands mammifères, et l'on pourrait avancer que l'importance de chaque classe d'organismes dans la composition des dépôts est en rapport inverse avec son élévation dans les séries zoologique ou botanique; dans ces deux règnes, les moyens les plus faibles en apparence sont ceux qui ont modifié le plus profondément la surface du globe.

Outre l'intérêt qui s'attache à l'étude de ces petits êtres et des prodigieux résultats qu'ils parviennent à réaliser, les recherches auxquelles se sont livrés dans ces dernières années les naturalistes anglais et américains , donnent encore à la question que nous allons aborder l'avantage de l'actualité. Des explorations réitérées, entreprises sous les auspices des gouvernements, leur ont permis d'étudier le fond des mers; ils ont rapporté de ces croisières scientifiques une riche moisson de faits qui, en augmentant les connaissances que nous possédions sur les phénomènes physiques de la mer, nous ont fourni des renseignements précieux sur les organismes qu'elle renferme.

Rappelons en quelques mots les causes qui déterminèrent l'envoi de ces expéditions. La pose du câble transatlantique avait nécessité l'exploration du lit de l'Océan; on l'avait étudié au point de vue de ses formes de relief et de sa constitution lithologique. Les résultats auxquels on était arrivé par les sondages frappèrent les naturalistes, et bientôt on vit s'organiser des expéditions maritimes ayant pour but unique l'exploration des mers profondes, l'étude des organismes qui les peuplent et une recherche plus approfondie des courants marins et des variations de la température dans les profondeurs de l'Océan.

C'est l'ensemble des faits recueillis par les savants qui dirigèrent ces explorations que nous nous proposons de résumer, en nous attachant spécialement à ceux qui se rapportent aux organismes inférieurs, dont les enveloppes inorganiques de silice ou de calcaire s'amoncellent sur le lit des mers pour y former des dépôts d'une étendue considérable. Nous emprunterons à l'ouvrage que vient de publier sir Wyville Thomson sur le voyage du *Challenger,* et aux mémoires des savants qui firent partie de cette expédition, un grand nombre de faits récemment acquis à la science et qui doivent servir de base à cette étude.

L'expédition du navire anglais le Challenger est incontestablement la plus importante de toutes celles qui ont été

entreprises jusqu'à ce jour dans le but d'explorer d'une manière scientifique les profondeurs de l'Océan. Pendant trois ans et demi, le navire a sillonné dans tous les sens la surface des mers, accomplissant une course de plus de 100,000 kilomètres. A l'aide d'ingénieux appareils, les naturalistes installés à son bord ont exécuté 350 sondages à grande profondeur, et pour ne parler que de ceux qui dépassent 1000 brasses (1), 116 sondages ramenèrent des échantillons pris entre 1000 et 2000 brasses, 171 entre 2000 et 3000; deux fois la sonde rapporta de la vase prise à plus de 3000 brasses; le sondage le plus profond atteignit 4575 brasses, ce qui fait environ cinq milles anglais. En 362 stations, les profondeurs et la température de la mer ont été exactement mesurées, les matières qui en tapissent le lit ont été relevées et la faune soigneusement étudiée; les courants marins, leur direction et leur vitesse ont été l'objet d'observations précises et savamment discutées.

Avant d'aborder l'exposé des recherches du Challenger ayant trait à notre sujet, nous devons donner un aperçu historique des travaux relatifs aux organismes microscopiques qui jouent un rôle important en géologie; en rappelant les découvertes auxquelles ils ont donné lieu, nous nous attacherons à faire ressortir les caractères qui les distinguent.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer en commençant, les êtres organisés dont les dépouilles forment de nos jours les dépôts marins les plus considérables appartiennent dans les deux règnes aux ordres inférieurs. Commençons par les représentants du règne végétal.

Les diatomées appartiennent à cette classe d'organismes occupant le bas de l'échelle des êtres. A ce degré les caractères morphologiques se confondent et l'on ne sait souvent si l'on doit rapporter certains corps organisés au règne végétal ou au règne animal. Cependant comme les relations natu-

(1) La brasse anglaise *(fathom)* vaut $1^{m}.83$.

relles des diatomées semblent plaider en faveur de leur nature végétale, nous suivrons l'opinion généralement admise aujourd'hui, et nous ne contesterons pas aux botanistes leurs droits sur ce groupe si remarquable et si délicat d'organismes unicellulaires. Les diatomées sont de simples cellules pourvues d'une enveloppe extérieure solide, durcie par de la silice. Ce qui porte surtout à ranger les diatomées parmi les plantes, c'est que leurs fonctions de reproduction et de nutrition sont analogues à celles que l'on observe dans le règne végétal, et que ces petits êtres renferment de l'endochrome brun-jaunâtre. Ces plantes vivent dans toutes les eaux, on en trouve de nombreuses espèces dans la mer, dans les eaux douces et dans les eaux saumâtres; quelquefois elles sont isolées et, dans ce cas, elles possèdent la faculté de se déplacer; on les trouve aussi attachées à des plantes, où elles sont réunies en grand nombre formant des colonies.

La faveur dont elles jouissent chez les micrographes, elles la doivent surtout à l'admirable délicatesse, à la beauté, à la variété de leurs formes. La membrane qui les enveloppe est sillonnée de lignes d'une ténuité merveilleuse, souvent parallèles et recoupées par une série de lignes perpendiculaires, d'autres espèces sont recouvertes de rides disposées avec une régularité mathématique et du plus bel aspect. Pour celui qui ne les a pas admirées sous un microscope puissant, il est impossible de se faire une idée de la perfection des détails et de la prodigieuse variété des formes qui différencient des centaines d'espèces. Sans entrer dans l'étude anatomique bornons-nous à relever ce qui a directement trait à notre sujet. Ce n'est pas seulement par la perfection et la beauté des formes que les diatomées se distinguent des autres plantes, c'est surtout par la constitution chimique de leur membrane externe. Tandis que nous voyons les autres plantes tomber en décomposition, leurs tissus se désorganiser et disparaître, hors des conditions exceptionnelles de fossilisation, les frustules des diatomées résistent victorieusement aux agents destructeurs. Non-seulement les agents de décomposition

n'ont aucune prise sur elles, mais elles ne sont pas même attaquées par des acides énergiques, tels que l'acide sulfurique ou l'acide azotique. Elles peuvent même être soumises à l'action d'un feu violent sans éprouver de modifications sensibles, grâce à l'enveloppe siliceuse dont elles sont pourvues. Dans les diatomées la silice est intimement unie à la cellulose, et si l'on vient à détruire celle-ci, sous l'action de la chaleur, il reste encore un squelette de silice que l'acide fluorhydrique seul peut décomposer. On sait que la silice constitue les roches les plus dures, et l'enveloppe des diatomées n'est inaltérable que parce qu'elle est consolidée par cette matière. C'est grâce à cette membrane résistante que les diatomées peuvent jouer dans la formation des couches géologiques le rôle important que nous allons décrire.

Il serait impossible à ces petites plantes dont les dimensions ne dépassent point une fraction de millimètre de s'amonceler au point de former des couches, si elles n'étaient douées d'une puissance de reproduction qui tient du prodige. Comme leur nom l'indique, les diatomées ont le pouvoir de se diviser facilement en fragments réguliers, bacillaires, rectangulaires, simples, auxquels on donne le nom de *frustules ;* outre cette propagation par fragmentation directe du sujet elles ont un autre mode de reproduction, car on a constaté une dispersion de granules à maturité ; c'est donc une multiplication par graines. D'après le calcul d'Ehrenberg, en 24 heures les descendants d'une seule diatomée atteignent près d'un million ; en quatre jours, 140 millions ; c'est-à-dire qu'ils formeraient une masse totale d'environ deux pieds cubes du terrain sur lequel est bâti Berlin ; car, comme nous le dirons tout à l'heure, certaines couches du sol sur lequel cette ville est assise sont essentiellement constituées de frustules de diatomées, dont les proportions sont tellement microscopiques qu'on peut en aligner 10,000 sur un pouce de longueur et qu'il n'en faut pas moins de 1,111,500 pour faire le poids d'un gramme. Il n'est pas difficile, après les détails qu'on vient de lire, de comprendre la part considérable que ces

organismes infinitésimaux peuvent prendre dans la formation des couches qui se déposent au fond des eaux.

L'attention des géologues et des naturalistes fut attirée de bonne heure sur les diatomées et sur les sédiments que l'on doit à l'accumulation de leurs membranes. Dès 1843, Ehrenberg avait fait connaître les diatomées marines qui remontent dans le bassin de l'Elbe jusqu'au-dessus de Hambourg, il avait montré que l'ensablement du lit inférieur de ce fleuve était dû au mélange de l'eau salée et de l'eau douce, qui tue les petits organismes marins dont les coquilles s'accumulent au point d'y former des dépôts puissants. Ce micrographe avait prouvé que la tourbe argileuse qui se trouve à 7 mètres environ au-dessous du sol de Berlin et à 2 mètres 50 au-dessus du niveau de la Sprée, était remplie de diatomées vivantes et qu'on en avait rencontré jusqu'à 20 mètres plus bas. Dans le pays de Lunebourg, il avait découvert une couche composeé de débris de diatomées qui atteignait 14 mètres d'épaisseur. Ehrenberg avait avancé que dans le port de Wismar, sur la Baltique, durant un siècle, il ne s'était pas déposé moins de 64,000 mètres cubes de ces plantes siliceuses, et que dans les ensablements ces dépôts atteignent annuellement de 7200 à 14,400 mètres cubes. Vers la même époque il démontrait que les couches de tripoli de Bilin, en Bohême, n'étaient autre chose qu'une accumulation de membranes siliceuses de diatomées, de spicules de spongiaires et de rhizopodes, et il établissait que des roches tertiaires des bords de la Méditerranée, à Caltanisetta, à Zante et à Oran, étaient composées de diatomées et renfermaient les espèces que l'on trouve actuellement vivantes à la surface des eaux de la Baltique.

Vers le temps où l'on faisait ces découvertes en Allemagne, sir James Clarke Ross entreprenait l'exploration des mers antarctiques. Il avait à son bord, comme naturaliste de l'expédition, le Dr Hooker, botaniste de mérite, actuellement directeur des jardins royaux de Kew. M. Hooker, frappé par les brillantes découvertes d'Ehrenberg, concentra son attention sur les organismes microscopiques et sur leur rôle dans

la formation des terrains. Nous lui devons les renseignements les plus exacts. D'après lui les eaux et les glaçons des mers polaires du sud sont colorés d'une teinte ocreuse par des myriades de diatomées. Par 50° et 60° latitude sud, elles deviennent très apparentes; on dirait que les glaçons, charriés par les courants et les eaux de la surface, sont chargés d'hydrate de fer. Le long de la terre Victoria il dragua un dépôt vaseux, vert blanchâtre, formé presque exclusivement de dépouilles siliceuses de diatomées; ce dépôt s'étend sur 400 mètres de long et sur 120 de large. Dans les eaux les plus profondes, avoisinant les Terres de Victoria et de Graham, cette vase est entièrement siliceuse et d'une pureté remarquable. Ce qu'il y a de particulièrement intéressant, ajoute M. Hooker, dans les découvertes que nous venons de mentionner, c'est que cette végétation invisible, répartie sur toute l'étendue de l'océan antarctique, n'est associée à aucune plante d'un ordre élevé; et cependant les mers y sont peuplées de mollusques, de crustacés et de cétacés, l'air y est rempli de nuées d'oiseaux. Dans ces régions donc les plantes microscopiques maintiennent seules entre le règne végétal et le règne animal l'équilibre que l'on constate sur tous les points du globe.

Ces observations du Dr Hooker viennent d'être confirmées par les savants du Challenger. En explorant les mers polaires du sud, sir Wyville Thomson a trouvé qu'entre les parallèles 50 et 60 le fond de la mer est tapissé d'un dépôt vaseux extrêmement fin, faisant à peine effervescence avec les acides et donnant après qu'on l'a séché une poudre blanche impalpable. Soumise au microscope cette poudre se montra composée essentiellement de frustules de diatomées qu'il rapporte aux genres *Fragillaria, Coscinodiscus, Chætoceras*, *Asteromphalus* et *Dictyocha*. Les éléments les plus ténus de cette vase étaient des organismes siliceux de nature inconnue. Un peu au nord des îles Heard par 52°,29′ lat. S., 71°,36′ long. E. le filet revint chargé d'une substance gélatineuse jaune pâle, pêchée à quelques brasses de la surface et renfermant les

mêmes diatomées que l'on avait ramenées en ce point du fond de la mer ; elles étaient associées à de singuliers bâtonnets siliceux formant un faisceau réuni par la base ; ces bâtonnets étaient creux et contenaient l'endochrome caractéristique des diatomées. Comme pour la vase à globigérines dont nous parlerons bientôt, les matériaux de ces dépôts siliceux paraissent dériver d'organismes vivant près de la surface et dont les dépouilles tombent après la mort sur le lit de l'Océan. Les naturalistes du Challenger découvrirent encore près du 80e parallèle de vastes dépôts siliceux composés de frustules de diatomées et y constatèrent, comme M. Hooker l'avait fait avant eux, la présence de myriades de ces êtres microscopiques sur les blocs de glaces flottantes.

Il paraît donc suffisamment établi par ces observations que dans l'océan antarctique à partir du 50e parallèle jusqu'au 80e, il se forme de nos jours un dépôt de vase siliceuse, composé essentiellement de débris d'organismes où dominent les frustules de diatomées, les squelettes de radiolaires et les spicules de spongiaires. D'un autre côté tout porte à admettre que le lit des mers polaires arctiques est de même recouvert de sédiments ayant une origine analogue. En 1850 le capitaine Penny, explorant ces eaux, dragua la vase des bas fonds de la baie Assistance et des baies de Kingston et de Melville (73° 45′ et 70° 40′ latitude nord) ; il recueillit aussi le résidu boueux provenant de la fonte des glaçons. Ces échantillons furent remis à Ehrenberg pour être déterminés ; ce savant montra qu'ils étaient composés pour la plus grande partie de frustules de diatomées et de spicules de spongiaires ; à ces restes organiques étaient également associés des débris de radiolaires. Quelques années plus tard, en 1856, le lieutenant Brooke de la marine des États-Unis ramenait de 2000 brasses de profondeur la vase qui forme le fond de la mer près des côtes du Kamschatka. Le professeur Bailey, chargé d'étudier ces échantillons, constata qu'ils contenaient comme ceux du capitaine Penny, des débris d'organismes siliceux auxquels étaient associées

des matières minérales ne faisant pas effervescence avec les acides.

D'après les recherches que nous venons de résumer, il se formerait donc sur le lit des mers polaires deux calottes siliceuses, dues à des dépôts d'organismes microscopiques composés pour la plus grande partie de diatomées. Cette végétation invisible s'amoncelle continuellement au sein des mers froides, elle y forme des sédiments d'une étendue considérable dont on ne peut sonder l'épaisseur. Il importe toutefois de remarquer que les mers arctiques et antarctiques n'en sont pas l'habitat exclusif. Comme nous l'avons déjà dit, les diatomées se retrouvent partout; elles peuplent les mers, elles vivent dans les eaux douces, et il n'est pas même jusqu'aux déjections des volcans qui ne les renferment souvent en grand nombre. Les sondages des mers profondes ont constaté la présence d'organismes siliceux, diatomées et radiolaires, sous toutes les mers, et montré que la part qu'ils prennent aux sédiments marins augmente même à mesure que l'on avance vers l'équateur; mais les dépôts de ces zones tropicales ou tempérées présentent par l'intervention d'organismes à test calcareux des caractères particuliers, que nous allons faire connaître et qui les distinguent des sédiments polaires où dominent exclusivement les diatomées et les rhizopodes siliceux. Ce sont ces derniers que nous avons souvent distingués sous le nom de radiolaires; ils n'appartiennent pas au règne végétal comme les diatomées auxquels on les trouve associés, mais ils doivent être rangés parmi les animaux inférieurs dans la classe des rhizopodes. Leurs caractères fondamentaux les rapprochent des foraminifères dont nous parlerons tout à l'heure; ils en diffèrent en ce que le sarcode, ou masse gélatineuse amorphe qui constitue leur corps, au lieu d'être protégé comme celui des foraminifères par une coquille calcareuse ou composée de fragments de quartz agglutinés, est soutenu par une charpente en silice dont l'admirable délicatesse et la perfection de dessin jettent un défi à tout ce que l'art peut enfanter. On peut en juger par

le *Xiphacanta* (fig. I); cette forme à la fois si étrange et si belle est le squelette siliceux interne d'un radiolaire recueilli par la sonde du Challenger à 8184 mètres au fond de l'Océan;

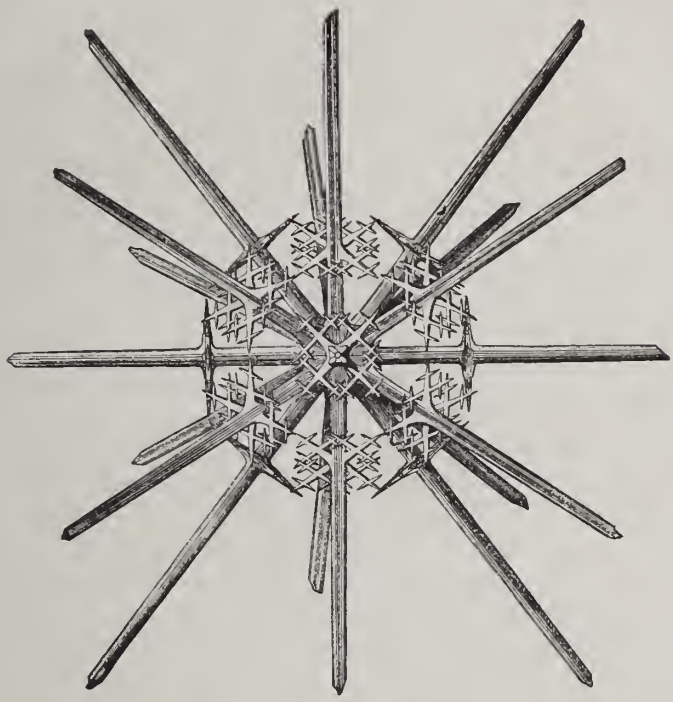

Fig. 1. Xiphacanta Sp. n.

la gravure le représente vu sous un grossissement de 100 diamètres; il est formé de plusieurs spicules siliceux qui rayonnent d'un centre et autour desquels vient s'appliquer la substance albuminoïde qui constitue le sarcode du Xiphacanta.

Nous venons d'entrevoir l'œuvre accomplie par les plantes inférieures; l'étude de la vase qui se dépose sur le lit de l'Océan Atlantique, dans l'espace compris entre les deux zones polaires, va nous permettre d'apprécier la part que prennent, dans la formation des dépôts marins, des organismes appar-

tenant au règne animal, qui le cèdent à peine aux diatomées pour la simplicité de l'organisation et la petitesse de la taille.

Dans cette zone moyenne d'environ 110° de latitude, la composition des sédiments présente de grandes différences avec celle des dépôts marins circumpolaires; au lieu d'être siliceux ils sont calcareux, et offrent en général une assez grande analogie d'aspect et de constitution avec la craie blanche; aussi prendrons-nous cette roche si connue comme terme de comparaison. La plupart des particularités observées à l'aide du microscope dans un morceau de craie s'observent aussi dans la vase de la grande zone intermédiaire, et tout semble indiquer que ces deux dépôts se sont formés dans des conditions assez analogues.

Lorsqu'on examine certains échantillons de craie à l'aide d'une forte loupe on y entrevoit déjà une quantité prodigieuse de petits organismes; on distingue des débris de coraux et des coquilles microscopiques de calcaire présentant à peu près l'apparence de grains de sable. Mais vient-on à soumettre cette craie au foyer du microscope, on s'aperçoit que ces coquilles sont chambrées et qu'elles présentent pour la forme extérieure assez de ressemblance avec les ammonites; toutefois les chambres ovales ou sphériques des animalcules de la craie sont isolées ou, lorsqu'elles communiquent entre elles, c'est par une ouverture circulaire ou allongée. Pour bien observer ces formes organiques, on soumet un fragment de craie à une trituration grossière, on place ensuite quelques grains de cette poussière dans une goutelette d'eau sur une lame de verre, et après avoir enlevé l'eau dans laquelle les plus fines particules restent en suspension, on examine au microscope les grains demeurés sur le verre. Avec un grossissement de 150 à 300 diamètres on découvre alors une quantité innombrable de ces coquilles calcareuses dont, selon une évaluation d'Ehrenberg, un pouce cube de craie renfermerait plus d'un million. Placées au foyer d'un microscope grossissant 300 fois, elles ont une

grandeur apparente moyenne de 20 à 60 millimètres. Pour mieux nous représenter leurs dimensions comparons les à des corps dont nous pouvons facilement apprécier la grandeur. Si l'on pouvait voir un pois sous le même grossissement il se présenterait à nos yeux comme une sphère de $1^{m}50$ de diamètre, un homme de stature moyenne atteindrait la hauteur de 480 mètres. Une des particularités que l'on ne manque presque jamais de découvrir dans les organismes de la craie, c'est que la coquille vue au microscope est perforée; on observe à la surface un grand nombre de pores *(foramina)* en communication avec des canaux tubulaires extrêmement déliés et perpendiculaires à l'épaisseur de la paroi. Ce sont ces pores et ces canaux qui ont fait donner aux animalcules le nom de foraminifères. Tous les échantillons de craie ne sont pas exclusivement formés de pareils organismes; ordinairement ils renferment en outre des matières d'origine minérale et des particules de calcaire de forme irrégulière qui proviennent de coquilles, de coraux triturés et brisés.

Nous sommes encore loin d'avoir entrevu tout ce qu'un bon microscope peut nous révéler dans quelques grains de craie. L'eau que l'on a déversée en faisant la préparation, tenait en suspension une substance impalpable blanchâtre donnant au liquide une teinte laiteuse; recueillons-la sur le porte-objet et chauffons légèrement la plaque jusqu'à évaporation. Soumis à un grossissement de 1000 à 1500 diamètres, ce résidu qui constitue la masse fondamentale de la craie se montrera formé, pour la majeure partie, de granules calcareux de forme discoïde assez régulière. Suivant Ehrenberg, qui découvrit ces petits corps, ils seraient plans sur les deux faces, à contours plus ou moins elliptiques, et leur diamètre moyen ne dépasserait guère $0^{mm},0047$. Dans le grand ouvrage qu'il publia en 1854 sous le titre de *Microgéologie,* il considère ces disques comme produits sans l'intervention des organismes, et il substitue le nom de *morpholithes* à celui de *cristalloïdes* qu'il avait employé d'abord pour les

désigner. Sorby fit connaître ensuite que ces corpuscules ne sont pas terminés par des faces planes ainsi qu'on serait porté à le croire par la description et les figures qu'en avait données le micrographe allemand. D'après Sorby ils sont légèrement bombés et ressemblent pour la forme à un verre de montre ordinaire. Un grand nombre de naturalistes inclinent à assigner à ces formes discoïdes une origine organique; nous reviendrons bientôt sur ce point. Ajoutons qu'on les désigne sous le nom de *coccolithes*. Ces discoïdes de la craie descendent à des proportions infinitésimales; vus sous un grossissement de 1500 diamètres, les plus petits apparaissent comme des têtes d'épingles, les plus grands mesurent à peine 8 à 10 millimètres. Pour faire ressortir leur petitesse, servons-nous des mêmes termes de comparaison que nous avons employés tout à l'heure en parlant des foraminifères. Vu au grossissement de 1500 un pois apparaîtrait comme une énorme sphère de 7 mètres de diamètre et un homme, agrandi dans les mêmes proportions, atteindrait de la tête le sommet de hautes montagnes.

Le nombre de ces petits disques est bien plus considérable que celui des foraminifères; car ceux-ci sont en quelque sorte enchâssés dans une masse fondamentale composée uniquement de coccolithes. L'imagination se perd dès qu'elle essaie d'évaluer le nombre prodigieux qu'en renferment les couches de craie; on arrive ainsi à des chiffres que l'on ne peut mieux comparer qu'à ceux des astronomes. Chaque fragment de craie est un véritable musée de fossiles microscopiques; chaque trait sur un tableau noir étale des milliers de foraminifères et de coccolithes; le vernis crayeux dont sont revêtues les cartes de visite peut être comparé à une mosaïque de ces dépouilles organiques dont la ténuité est telle, d'après Schleiden, que le laminoir en donnant le poli est impuissant à les écraser.

Maintenant que nous connaissons les éléments constitutifs de la craie, demandons-nous quel est son mode de formation.

Il n'est pas douteux que nous ayons à faire ici à un sédiment marin ; car les fossiles renfermés dans cette roche, et unis aux foraminifères sont incontestablement marins. Mais si nous étudions les matières qui se déposent sur nos côtes, nous n'en trouvons aucune qui puisse être comparée aux couches de craie. Au lieu d'une poussière blanchâtre plus ou moins compacte, composée de foraminifères et des formes microscopiques dont nous venons de parler, nous trouvons des amas de cailloux roulés, de sable, de limon unis à quelques coquillages. Sur les côtes où affleurent des couches de calcaire, les sédiments formés de nos jours peuvent bien présenter quelque analogie d'aspect avec la craie, mais au microscope on n'y découvre que des fragments clastiques, et nulle trace de ces foraminifères si remarquablement conservés dans certaines couches du terrain crétacé. Il était réservé aux recherches modernes entreprises dans le but d'étudier les sédiments des mers profondes, de trouver des points de rapprochement entre le terrain crétacé et les dépôts marins.

La description de la craie s'applique presque textuellement aux dépôts calcareux dragués dans les profondeurs de l'Atlantique. C'est encore à Ehrenberg que nous devons les premiers détails sur la vase qui recouvre les bas fonds de cet océan ; en 1853 il publia ses observations sur la composition des échantillons recueillis entre le banc de Terre-Neuve et les Açores par le lieutenant Berryman de la marine américaine. Il montra que cette vase était formée, comme la craie, d'organismes microscopiques à coquille calcaire ; surtout de foraminifères parmi lesquels dominent les *globigérines*. Bailey, Wallich, Carpenter, Huxley et sir Wyville Thomson confirmèrent par leurs travaux les observations d'Ehrenberg ; les savants du Challenger viennent de démontrer que cette vase à globigérines est répandue sur le lit de l'Océan Pacifique ; ils ont prouvé en outre que ces rhizopodes calcareux diminuent en nombre et finissent par disparaître, lorsqu'on s'avance de l'équateur vers les pôles. Ceci con-

corde avec les observations de Bailey sur la vase draguée à de grandes profondeurs près du Kamschatka, nous avons vu qu'il n'y avait pas découvert d'organismes à test calcareux.

Les savants du Challenger ont établi que dans la grande zone intermédiaire, lorsque la profondeur ne dépasse pas 2,500 brasses, le fond de l'Océan est recouvert d'une substance limoneuse blanchâtre. On la désigne sous le nom de vase à globigérines, à cause des foraminifères qui jouent le grand rôle dans sa constitution et l'emportent par le nombre des individus sur les diatomées, les radiolaires et les spicules de spongiaires, c'est-à-dire, sur l'élément siliceux de cette vase. Ces globigérines appartiennent à la classe des rhizopodes à test calcaire ; ce sont des foraminifères à coquille perforée. Dans l'intérieur de leur enveloppe résistante est abritée une masse gélatineuse transparente, qui jouit de la singulière propriété d'émettre par les pores de la coquille des filaments allongés, rétractiles, flexibles, d'une diaphanéité comparable à celle du verre filé. Ces filaments, auxquels on a donné le nom de *pseudopodes*, rayonnent autour de l'animal et ne sont autre chose que des prolongements de la masse sarcodique protégée par le test; la substance gélatineuse pousse ses fibres déliées à travers les pores de la coquille comme par une filière. Ces pseudopodes servent à la fois d'organes de préhension et de locomotion. Des corpuscules nutritifs se trouvent-ils à la portée de ces filaments, ils les enlacent dans leurs replis et les poussent dans le sarcode où ils sont assimilés; à d'autres moments on voit le foraminifère projeter ses pseudopodes, qui s'unissent et forment un pied à l'aide duquel il rampe à la surface des corps. On peut recueillir des globigérines dans toutes les mers de l'équateur jusqu'aux pôles, mais c'est sous la zone tropicale qu'elles paraissent le mieux développées. On trouve souvent associé aux foraminifères que nous venons de décrire un autre rhizopode calcareux : l'*Orbulina universa*. La coquille de l'orbulina est sphérique, son diamètre atteint au maximum

5 millimètres, elle diffère de l'enveloppe des globigérines par des particularités importantes : les pores sont distribués irrégulièrement à sa surface ; à l'aide d'un fort microscope on voit que les spicules, dont elle est hérissée, sont creux et flexibles ; mais ils sont d'une fragilité telle que l'agitation de l'eau par le passage du navire suffit pour les briser, de sorte que la plupart des orbulines que l'on peut recueillir en sont dépourvues. A ces dépouilles de foraminifères sont toujours associées des frustules de diatomées, des squelettes de radiolaires et des formes elliptiques qui rappellent les discoïdes de la craie.

Huxley, dans le rapport qu'il fit en 1858 sur l'exploration du nord de l'Atlantique par le *Cyclope*, attira l'attention sur ces corpuscules microscopiques auxquels il appliqua le nom de *coccolithes*, et Sorby fit remarquer les liens qui rattachent ces granules calcareux des mers actuelles aux formes analogues de la craie. Les coccolithes trouvés dans les sédiments des mers profondes ont en effet beaucoup d'analogie avec ce qu'Ehrenberg désignait sous le nom de *morpholithes* ou *cristalloïdes* de la craie blanche. Huxley, qui s'est livré à l'étude des coccolithes des mers actuelles, divisa leurs formes en deux groupes, les *discolithes* et les *cyatholithes*. Les *discolithes* ou *coccolithes monodisques* sont de fines écailles de calcaire, circulaires ou elliptiques, concavo-convexes, à couches concentriques comme des grains de fécule. D'après Hæckel, les discolithes les plus petits atteindraient à peine de $0^{mm},001$ à $0^{mm},015$ de diamètre. Les *cyatholithes* ou *coccolithes amphidisques* sont formés de deux disques de diamètre inégal ; le plus petit des deux est ordinairement accolé suivant une face plane, tandis que le plus grand est convexe du côté de son point d'attache. Les coccolithes amphidisques ne peuvent être mieux comparés pour la forme qu'à des boutons de manchettes. Enfin les coccolithes peuvent s'agglomérer et former par la réunion de plusieurs individus des globules désignés sous le nom de coccosphères. Huxley et Hæckel considéraient jadis ces coccolithes comme des sécrétions du fameux Bathybius dont ils voudraient aujourd'hui faire

oublier la mémoire, et dont M. de Lapparent a dernièrement entretenu les lecteurs de la *Revue* (1).

Au temps donc où l'on parlait encore du Bathybius, Vogelsang, qui s'était beaucoup occupé de la forme que prennent les particules microscopiques dans les précipités de carbonate de chaux, avait insisté sur la grande ressemblance des coccolithes et des particules discoïdes qui se forment dans certaines circonstances lorsqu'on précipite ce corps. Pour

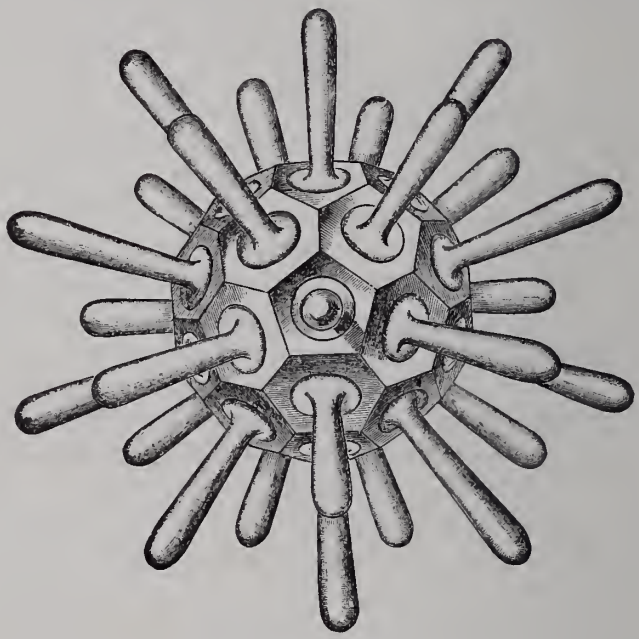

Fig. 2. Rhabdosphère, 500 diamètres.

Vogelsang, les coccolithes ne seraient que des *cristallites*, et il leur assigne le même mode de formation qu'Ehrenberg admettait pour les corpuscules discoïdes de la craie. Pour sir Wyville Thomson, les coccolithes seraient des pièces détachées d'organismes sphériques (coccosphères) auxquels ils serviraient d'armure. M. Murray, un des naturalistes du Challenger, qui s'est le plus distingué dans cette expédition,

(1) Voir la livraison précédente, p. 67.

a découvert des organismes qui sont le pendant des coccosphères; nous voulons parler des formes trouvées par ce savant et auxquelles il a donné le nom de *Rhabdosphères*. Ces rhabdosphères sont sphériques comme les coccosphères, leur surface est garnie de bâtonnets cylindriques, arrondis ou élargis à la partie supérieure en forme d'entonnoir; il les nomme *rhabdolithes* et les considère comme jouant le même rôle que les coccolithes. Les fig. 2 et 3 représentent des formes types de *rhabdosphères*. On les trouve en grande abondance avec les coccosphères à la surface des mers tropicales. Sir Wyville

Fig. 3. Rhabdosphère, 500 diamètres.

Thomson avoue qu'on ne peut se prononcer avec certitude sur la nature de ces sphérules calcareuses; il est porté à les considérer comme des algues ou comme des sporanges d'organismes inférieurs. Il ajoute qu'ils deviennent de plus en plus rares lorsqu'on s'avance du cap de Bonne-Espérance vers les mers polaires antarctiques.

Nous venons d'indiquer l'aire géographique occupée dans les mers actuelles par les foraminifères à test calcaire; elle est déterminée surtout par la température. Mais l'influence de la profondeur de l'eau se manifeste à son tour sur la ré-

partition des animaux marins. Pour préciser la portée des faits qu'il nous reste à exposer, nous devons insister sur cette distribution bathymétrique des êtres organisés, en particulier sur celle des diatomées et des foraminifères. Ce sujet se rattache à la question de l'habitabilité des mers aux plus grandes profondeurs. On verra bientôt que sur ce point les recherches récentes ont donné des résultats inattendus, qui modifient profondément les idées émises par les savants qui s'étaient occupés autrefois de la distribution des êtres marins.

E. Forbes, auquel on doit d'importants travaux sur la répartition de la faune et de la flore marine, distinguait dans la partie océanique des mers d'Europe, à partir du rivage quatre bandes bathymétriques successives, depuis la limite de la haute mer jusqu'aux plus grandes profondeurs d'où l'on avait ramené des organismes.

La première est la zone *littorale* comprise entre la haute et la basse mer ; c'est surtout l'habitat des plantes marines (Licheus et Fucus). Les organismes de cette zone doivent pouvoir supporter le mouvement des vagues, l'influence directe des rayons solaires et les variations de la température atmosphérique. Les animaux que l'on recueille sur les bords de la mer à la marée basse appartiennent à cette zone.

La zone des *laminariées* succède à la zone littorale ; elle comprend l'espace entre la basse mer et une profondeur de 15 brasses. C'est dans cette région que les plantes marines atteignent la plus grande richesse de formes et de teintes. Elle est subdivisée par des bandes d'algues de différentes couleurs. A la partie la plus profonde on trouve de magnifiques floridées pourpres. Cette zone, la plus riche des quatre en organismes, renferme de nombreux poissons qui lui sont propres, des crustacés, des mollusques et des invertébrés de diverses classes.

La troisième est celle des *corallines*, elle descend jusqu'à 50 brasses, les lithophytes ou polypiers cornés, les corallines et les hydrophytes y abondent. Les vertébrés et les invertébrés sont ici fort nombreux.

La zone à *coraux des mers profondes* est la quatrième : le nombre des espèces propres à ces profondeurs est peu considérable, et il décroît rapidement à mesure qu'on s'avance vers les abîmes de la mer.

Forbes admettait que cette subdivision par zones trouvait son application pour toutes les mers ; il soutenait qu'il suffisait d'un coup d'œil sur une collection d'êtres marins pour assigner leur position bathymétrique. Ce savant admettait aussi, comme nous l'avons rappelé, que la vie cessait d'apparaître à des niveaux assez peu profonds ; qu'au-dessous de 420 mètres elle ne devait plus être représentée que par quelques rares organismes. Cependant aucune observation précise ne justifiait encore cette présomption, et le champ le plus large restait ouvert aux explorations ; nous dirons bientôt comment les sondages aux grandes profondeurs vinrent ébranler les idées de Forbes. Disons d'abord les raisons sur lesquelles s'appuyait ce savant pour confiner la vie océanique dans une épaisseur ne dépassant guère 400 mètres.

Au temps où Forbes écrivait, on croyait que les organismes ne pouvaient vivre dans les profondeurs à cause de l'énorme pression qu'y exerçaient les masses d'eau surincombantes ; d'un autre côté il semblait que l'absence complète de lumière en rendant impossible l'existence des plantes, entraînait nécessairement pour les animaux le manque d'alimentation. On admettait aussi que le froid qui règne dans les niveaux inférieurs devait tuer les êtres organisés. A première vue, ces objections présentent un côté très spécieux ; car pour ne parler ici que de la pression, si l'on estime à 2000 brasses la profondeur moyenne de l'Océan, la pression d'une colonne d'eau de cette hauteur paraît devoir étouffer la vie. A 2000 brasses, pour nous servir d'une comparaison empruntée à sir Wyville Thomson, un homme supporterait sur le corps un poids égal à celui de vingt locomotives, ayant chacune un long train de wagons chargés de barres de fer. Mais comme l'eau est à peu près incompressible, sa densité à 2000 brasses n'est pas accrue d'une manière très appréciable.

D'après une formule donnée par Jamin, à la profondeur d'un mille, l'eau de mer sous une pression de 159 atmosphère est comprimée de 1/444 de son volume primitif, et à 20 milles, en supposant constantes les lois de la compressibilité, de 1/7 de son volume. L'air libre, en suspension dans l'eau ou contenu dans les tissus des organismes, serait à 2000 brasses réduit à une minime fraction de son volume primitif; mais un organisme soutenu de tous les côtés, à l'intérieur et à l'extérieur, par des fluides incompressibles n'en serait pas nécessairement incommodé. Ce que nous venons de dire suffit à démontrer que la pression n'est pas incompatible avec l'existence d'une faune des mers profondes. Quant à la flore, au contraire, l'absence de lumière doit mettre une limite à son développement. A 50 mètres sous la surface, il règne déjà comme un crépuscule rougeâtre, qui, à 200 mètres, fait place à d'épaisses ténèbres. Il s'ensuit que les végétaux deviennent rares à 100 mètres, et qu'ils disparaissent complètement vers 400 mètres. Il en est autrement pour les animaux, et l'un des résultats les plus remarquables des recherches récentes sur la faune marine, c'est que leur distribution n'est pas limitée en profondeur; mais que des organismes de toutes les classes des invertébrés, et probablement aussi des poissons, vivent partout sur le lit de l'Océan. Cependant d'après les observations du Challenger le nombre des individus et des espèces décroît avec la profondeur. Toutefois il reste encore des difficultés à résoudre relativement au mode de nutrition des organismes des zones inférieures. On a émis à ce sujet plusieurs conjectures; sans prétendre les discuter ici, bornons-nous à rappeler celle à laquelle s'est ralliée sir Wyville Thomson.

Toute eau de mer, dit ce savant, contient une certaine quantité de matières organiques en solution et en suspension; car les rivières en apportent des masses considérables, et les côtes sont bordées d'une rangée d'algues rouges et verdâtres qui mesure en moyenne un mille de largeur. La mer de Sargasse, immense prairie marine qui s'étend au milieu

de l'Atlantique sur 3,000,000 de milles carrés, et les animaux qui après leur mort se décomposent dans l'Océan sont des sources constantes de substances organiques. Or on trouve, surtout au fond des mers, des animaux qui absorbent la nourriture par la surface de leur corps gélatineux, et la plupart sécrètent des squelettes de calcaire ou de silice, qu'ils extraient de l'eau de mer; il paraît probable que la matière organique dont sont formées leurs parties molles est tirée de la même source. Pour les animaux aux formes élevées qu'on y rencontre rarement, ils trouvent leur nourriture dans les animaux inférieurs. Sans nous arrêter plus longtemps au côté général de la question de l'habitabilité des mers aux grandes profondeurs, et sans suivre plus loin les lois de la distribution bathymétrique signalées pour diverses classes, attachons-nous spécialement à celles que l'on a observées pour les globigérines. Les détails qui vont suivre sont nécessaires pour apprécier la portée géologique d'une des découvertes les plus importantes du Challenger.

Lorsque Ehrenberg découvrit que des globigérines formaient la vase des bas fonds de l'Océan, il exprima l'opinion qu'elles vivent aux profondeurs d'où la sonde les ramène; il appuyait cette manière de voir en montrant que les globigérines contenaient encore du sarcode. Huxley en 1859, dans son rapport à l'Amirauté sur les sondages du capitaine Dayman, s'exprimait d'une manière moins positive. Au moment où il écrivait, les idées de Forbes était généralement admises, et l'on croyait que les foraminifères recueillis dans les eaux profondes y avaient été entraînés par des courants, ou qu'après leur mort leurs dépouilles étaient tombées sur le lit de la mer.

Mais, comme le fit observer Huxley, il est impossible que ces organismes aient été entraînés des zones superficielles par des courants marins; sinon on les retrouverait nécessairement associés avec les restes d'animaux qui habitent les mêmes eaux. En outre, si l'on admettait cette interprétation, il devenait très difficile d'expliquer en particulier pourquoi,

sur tant d'espèces de diatomées, qui habitent les eaux peu profondes, on ne rencontre sur le lit de la mer que des individus du genre *Coscinodiscus*. Huxley continuait son rapport en insistant sur l'opinion que ces organismes vivent à la surface; il s'appuyait sur le fait que beaucoup de radiolaires et de diatomées habitent les zones supérieures. Ce qui le confirmait encore dans cette manière de voir, c'est que Macdonald, médecin du *Herald*, avait pêché dans l'Océan Pacifique des mollusques qui ne vivent qu'à la surface, et dont les cavités intestinales étaient remplies de ces êtres microscopiques. Enfin ce savant concluait en rappelant l'opinion, à laquelle se sont ralliés dans la suite Carpenter et Wallich, et qui considérait les globigérines comme vivant aux grandes profondeurs.

En 1862, Wallich écrivait qu'il n'était jamais parvenu à pêcher, à l'aide du filet, des foraminifères à la surface; mais qu'il lui était arrivé de ramener, d'une profondeur de 1,260 brasses, des échinodermes vivants dans l'estomac desquels il avait observé des globigérines n'offrant aucune trace de décomposition.

Il restait cependant bien des incertitudes sur ce point, car d'autres observateurs constataient que les globigérines et quelques genres voisins de foraminifères se rencontrent en grand nombre dans les zones superficielles. Les recherches du Challenger vont nous permettre de trancher la question.

Au moment de commencer sa dernière exploration de l'Océan, sir Wyville était convaincu que les globigérines pêchées au filet à de faibles profondeurs constituaient des exceptions; mais après les travaux et les découvertes de M. Murray, qui l'accompagnait, il fut amené à modifier complétement ses idées. M. Murray compara avec soin les organismes inférieurs rapportés de la profondeur et ceux qu'on pêchait près de la surface à moins de 100 brasses; il put constater de cette manière que, pour un point donné, il y a toujours identité spécifique entre les foraminifères ramassés au filet et qui vivent dans les eaux superficielles et

les dépouilles qui gisent au fond. Dans toutes les mers, depuis l'équateur jusqu'aux cercles polaires, les régions supérieures de l'Océan sont habitées par les globigérines. C'est dans la zone intertropicale de l'Atlantique qu'elles atteignent leur plus grand développement, quant au nombre et à la taille. A la latitude de Kerguelen, on les voit diminuer rapidement et en s'avançant au sud on ne rencontre plus que la *Globigerina bulloïdes*. M. Murray a montré en outre que les globigérines vivantes, relevées dans le filet, diffèrent notablement de celles dont les coquilles se sont accumulées sur le fond après leur mort. L'enveloppe des globigérines de la surface est claire et transparente, et les pores qui la traversent sont encadrés d'une crête hexagonale (fig. 4). A chaque angle de l'hexagone la crête donne naissance à une délicate épine flexible, d'une substance calcaire, qui atteint souvent en longueur quatre ou cinq fois le diamètre de la coquille. Ces spicules rayonnent symétriquement du centre de chacune des chambres, les faisceaux s'entrecroisent et présentent des houppes d'une remarquable beauté. L'intérieur des cellules est entièrement rempli de sarcode granulé couleur orange, la dernière chambre renferme habituellement une masse peu considérable, irrégulière, ou deux ou trois globules de sarcode accolés contre les parois, le reste de la cellule demeurant vide. On n'a trouvé dans ce sarcode aucun arrangement défini, aucun commencement de structure. Cette matière renferme quelquefois des globules huileux, jaune brillant, semblables à ceux que l'on a trouvés chez quelques radiolaires. Lorsque la globigérine est examinée à l'aide d'un puissant microscope dans une eau de mer fraîche, on voit le sarcode pousser des ramifications au travers des pores et former des pseudopodes qui rayonnent autour de la chambre. Ces filaments sont rendus très visibles par des globules huileux, ovales, et remplis eux-même de globules secondaires de coloration plus intense. Si le liquide renfermant la globigérine est agité brusquement, ou bien si une goutte d'une liqueur irritante est ajoutée à l'eau, tout le sarcode se retire

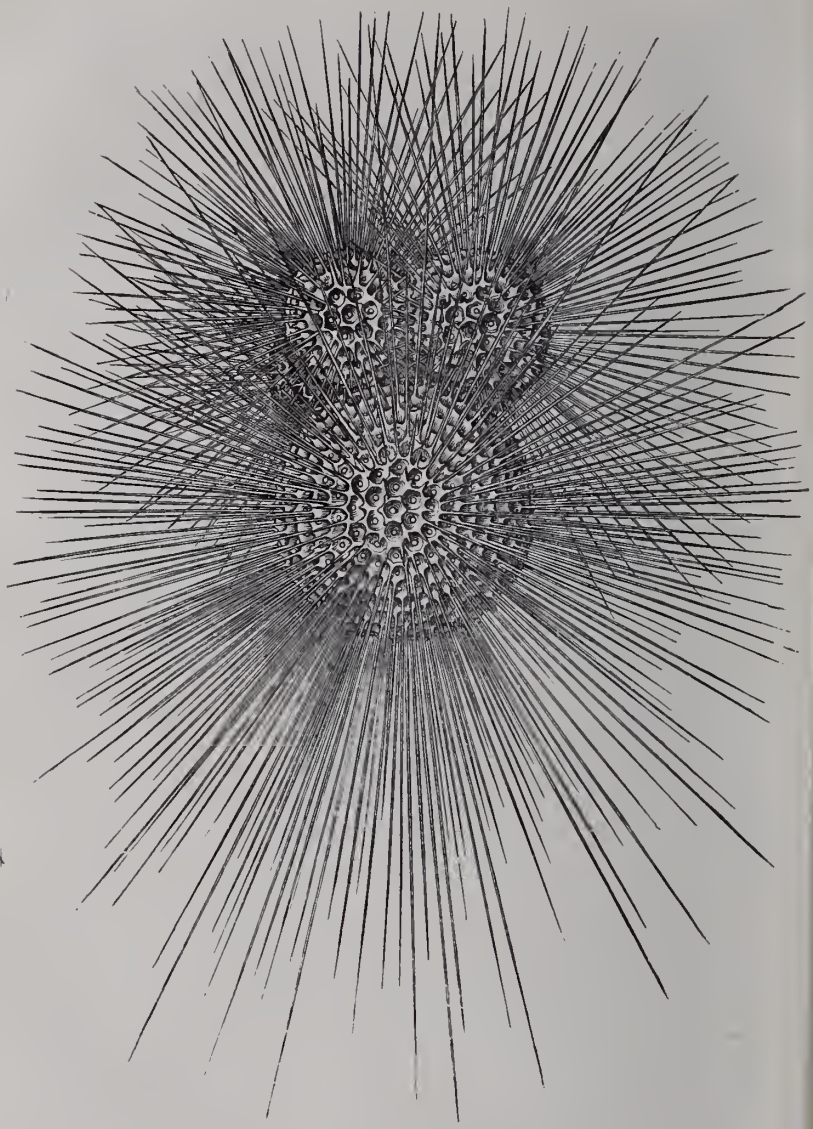

Fig. 4. Globigerina bulloïdes.

dans la coquille. Il est cependant assez rare de pouvoir observer ces particularités sur les globigérines de la surface; ordinairement même elles ne montrent pas la magnifique enveloppe de spicules, parce que ceux-ci sont presque toujours brisés lorsqu'on les recueille au filet. Mais sous le microscope on peut du moins en retrouver des tronçons attachés à la coquille. Jamais au contraire on n'a observé ces appendices aux foraminifères trouvés au fond de la mer; leur test est lisse et l'on ne découvre plus de trace de la crête qui entoure les pores. Tout semble donc indiquer que les globigérines et les orbulines vivent dans des zones peu profondes, et n'arrivent au fond qu'à l'état du cadavre. Il existe à vrai dire des foraminifères vivants aux niveaux inférieurs, mais ces formes appartiennent surtout aux rhizopodes à coquille arénacée, qui n'ont en géologie qu'une importance secondaire.

Connaissant la nature de la vase, qui dans la grande zone intermédiaire recouvre le lit de l'Atlantique, du Pacifique et de l'Océan Indien jusqu'à des profondeurs de 4000 mètres; connaissant en outre la distribution bathymétrique des foraminifères que nous avons vus entrer pour une si grande part dans les sédiments, nous possédons tous les éléments pour apprécier l'interprétation que donne sir Wyville Thomson du mode de formation des couches signalées par le Challenger aux plus grandes profondeurs de l'Atlantique d'où la sonde ne ramène qu'un limon impalpable sans traces d'organismes. La découverte de ces sédiments des abîmes de la mer constitue incontestablement au point de vue géologique un des faits les plus importants que nous ait appris l'exploration des mers profondes.

L'étude des sédiments de la Méditerranée à laquelle s'étaient livrés Forbes, Williamson et Carpenter avait fait connaître qu'à 600 brasses les organismes à test calcaire deviennent rares et que, lorsqu'on descend de 1000 à 2000 brasses, le lit de la mer est recouvert d'argile ne ren-

fermant aucun débris des animaux qui vivent dans les eaux superficielles. Le Challenger, en explorant les grandes dépressions de la zone centrale de l'Atlantique et du Pacifique, a trouvé à 3000 brasses les mêmes dépôts d'argile sans trace d'organismes. Sir Wyville entre au sujet de cette formation dans des détails qui permettent de se prononcer avec probabilité sur l'origine de ces matières et si, comme tout porte à le croire, l'interprétation qu'il suggère est la vraie, tout semble prouver que des couches, composées seulement d'une masse amorphe de substance minérale, doivent à leur tour être considérées comme des dépôts d'origine organique, résidu de la décomposition des foraminifères, qui peuplent les eaux de la surface.

Quels sont les caractères lithologiques et les associations de ces sédiments, quelles sont les lois, qui régissent leur distribution, quel est leur mode de formation? Nous allons le montrer en donnant, d'après sir Wyville, la coupe relevée par le Challenger entre Ténériffe et Sombrero.

Lorsqu'on passe des plateaux sous-marins vers les bas-fonds de l'Océan à des profondeurs dépassant 2,250 brasses, la vase à globigérines disparaît graduellement, elle passe à une marne grisâtre; enfin elle est définitivement remplacée par une argile extrêmement pure tapissant toutes les dépressions sous 2,500 brasses. La transition entre la formation calcaire et les couches argileuses se fait d'une manière presque insensible, les coquilles perdent peu à peu la vivacité de leurs contours; elles paraissent subir une altération profonde, revêtent une coloration brunâtre et à mesure que l'élément calcareux disparaît, il fait place à un limon rougeâtre formé de particules impalpables. Pour indiquer la nature du lit de l'Océan sur leurs cartes, les savants du Challenger avaient été amenés, sans aucune considération théorique à se servir des notations suivantes pour désigner les sédiments de haute mer : *gl. oz (Globigerina ooze)* vase à globigérines, *gr. oz (Grey ooze)* vase grise et *r. cl (red clay)* argile rouge. Deux de ces termes, la vase à globigé-

rines et l'argile rouge, désignaient des formations bien déterminées, présentant des caractères nettement tranchés; mais on rencontrait souvent dans les sondages des sédiments vaseux qu'on ne pouvait classer dans ces deux divisions, et auxquels on appliquait alors le nom de vase grise. Ils reconnurent bientôt que ce qu'ils désignaient ainsi, n'était autre chose qu'une transition entre la vase à globigérines et l'argile rouge. Ces dépôts se retrouvant toujours aux mêmes niveaux, l'équipage était parvenu à prédire avec certitude quelle serait la nature du sédiment suivant la profondeur où la sonde avait touché fond.

C'est durant la première traversée de l'Atlantique, dans la coupe entre Ténériffe et St-Thomas (Antilles), qu'on put étudier la répartition de ces matières. A partir de Ténériffe, les quatre premiers sondages, à des profondeurs entre 1,525 et 2,220 brasses, ramenèrent de la vase à globigérines. A 300 milles (1) de cette île, le lit de la mer s'abaisse, à 500 milles il atteint 2,740 brasses, à 750 milles la sonde descend à 2,950 brasses. Les échantillons rapportés du fond en ces deux derniers points étaient de l'*argile grise* et contenaient encore du carbonate du chaux. La profondeur va toujours croissant jusqu'à 1,150 milles de Ténériffe, et lorsqu'elle atteint 3,150 brasses, l'argile est pure et ne renferme plus la moindre trace de calcaire. A partir de ce point, le lit de l'Océan se relève graduellement, et à mesure que la profondeur diminue, l'argile redevient grise et se charge de particules calcareuses. Trois sondages à 2,050, 1,900 et 1,950 brasses ramenèrent la formation à globigérines. Passant de ce plateau central de l'Atlantique vers la partie ouest de l'Océan, le Challenger retrouva l'argile rouge dans des dépressions de 3000 brasses, et au dernier sondage avant d'arriver à Sombrero (Antilles), on rapporta de 1,420 brasses la vase à globigérines.

La coupe suivante fait voir la répartition des dépôts sur

(1) Le mille marin anglais équivaut à une minute de degré.

le trajet entre Ténériffe et Sombrero trajet dont la longueur totale est d'environ 2,700 milles. En allant de l'est à l'ouest on trouve

environ	80	milles	de produits volcaniques et de sables.
»	350	»	de *vase à globigérines.*
»	1,050	»	d'argile rouge.
»	330	»	de *vase à globigérines.*
»	850	»	d'argile rouge.
»	40	»	de *vase à globigérines.*

Ce qui fait 1,900 milles d'argile rouge et 720 de vase à globigérines.

L'origine de ces vastes dépôts d'argile offre un problème du plus haut intérêt. On supposa d'abord que ces sédiments étaient composés des matières impalpables provenant de la désintégration des roches par les rivières et par l'action des vagues sur les côtes escarpées ; on croyait que cette matière tenue en suspension avait été portée par les courants et étalée ensuite sur le fond des mers. Si cette argile n'apparaissait pas aux points où l'on découvrait la vase à globigérines, c'aurait été parce que les dépouilles de ces foraminifères voilaient par leur nombre les sédiments argileux. Mais on pouvait objecter à cette explication l'uniformité de composition que présentent ces dépôts sur la vaste étendue où l'on a constaté leur présence. Partout où on les a rencontrés, ils offrent les mêmes caractères minéralogiques ; le seul élément variable est le calcaire que l'on y rencontre quelquefois.

Si nous nous rappelons maintenant qu'il a été établi, par les recherches de M. Murray, que les éléments les plus importants des dépôts d'organismes calcareux sont descendus de la surface, on doit admettre du même coup, aussi longtemps que les conditions des zones superficielles sont les mêmes, que les formes de relief ne peuvent en aucune manière empêcher ces débris d'organismes de s'accumuler sur

le fond. Or les conditions des eaux superficielles sont les mêmes pour toute l'étendue de la zone centrale de l'Atlantique traversée par le Challenger; un courant marin d'une température modérée et constante passe sans changer son cours au-dessus des élévations et des dépressions du sol et partout le filet ramène des foraminifères vivants à peu près dans la même proportion. Cette même zone fourmille de mollusques, dont souvent les coquilles entrent comme partie essentielle dans la vase à globigérines. Il est évident que leurs dépouilles devraient tomber aussi sur l'aire occupée par l'argile rouge, et cependant la drague n'a presque jamais rapporté avec le sédiment des débris de mollusques. Il n'est pas possible d'admettre qu'ils ont été entraînés par des courants sous-marins, la finesse des sédiments s'oppose à cette interprétation; leur absence ne s'explique que par une décomposition sous l'action d'une cause que nous allons chercher à connaître.

D'après sir Wyville, ces couches argileuses ne sont pas produites par l'érosion de roches préexistantes; elles doivent leur origine à des organismes qui vivent à la surface, et qui, en se décomposant, perdent leur carbonate de chaux.

On peut suivre pas à pas la marche de la décomposition des globigérines et de la disparition du carbonate de chaux, en étudiant les sondages successifs à partir des plateaux sous-marins où la vase calcareuse se dépose jusqu'aux profondeurs où se forme le lit d'argile rouge. On découvre alors que les coquilles de ptéropodes et d'autres mollusques de la surface font défaut à mesure qu'on s'avance vers les grandes dépressions; les rares débris de ces animaux rencontrés dans l'argile rouge sont toujours décomposés.

Les coquilles de rhizopodes, quoique plus délicates que celles des mollusques, résistent bien mieux que celles-ci à la décomposition; cependant on remarque bientôt une diminution dans le nombre des foraminifères; les coccolithes commencent par perdre leur bord mince externe, et bientôt après les formes disparaissent; les bâtonnets des

rhabdolithes se détachent, on les voit sous de forts grossissements répandus par tout le champ du microscope et présentant l'aspect de petits cylindres extrêmement déliés. Enfin les coquilles des rhizopodes calcareux, au lieu d'être d'un blanc vif, brunissent; les détails de leur test s'effacent. Les chambres des globigérines se fendillent et se brisent, une croûte rugueuse assez épaisse se détache de la surface des orbulines, et il ne reste plus de cet organisme qu'une sphérule extrêmement mince, parfaitement transparente d'abord, mais qui devient bientôt opaque et tombe en poussière.

En même temps, les matières minérales augmentent en proportion, et la vase finit par n'être plus formée que d'argile rouge sans interposition d'éléments calcareux, sauf quelques grandes coquilles de foraminifères que l'on peut rencontrer même dans les échantillons-types d'argile rouge.

D'après ce que l'on vient de lire, il paraît au moins fort probable que cette vase argileuse n'est autre chose que le résidu insoluble des organismes qui forment la vase à globigérines et dont le test calcaire a été dissous. M. Buchanan, chimiste à bord du Challenger, soumit à l'action d'un acide dilué un échantillon de *vase à globigérines* recueilli près de St-Thomas. Il constata que ce sédiment renfermait à peu près un pour cent de matières insolubles consistant en silice, en alumine et en oxyde rouge de fer. Ce résidu présentait avec l'argile rouge la plus grande analogie d'aspect et de composition, et depuis, un grand nombre d'essais donnèrent invariablement, après l'élimination du calcaire, un sédiment rougeâtre possédant les mêmes caractères que la vase draguée dans les plus grandes profondeurs.

Sir Wyville rattache à ces observations des considérations sur la formation des roches anciennes ; nous aurons bientôt l'occasion de les discuter. Si l'explication qu'il suggère relativement à l'origine de ces dépôts d'argile était la vraie, il en découlerait que cette matière, considérée généralement comme produite par la décomposition de roches préexistantes, pourrait dans certaines circonstances être de formation organique

Malgré tous les doutes qui peuvent exister encore sur son origine, la découverte de cette vase argileuse répandue sur une partie si considérable de l'Océan nous a fait connaître l'une des plus vastes formations sédimentaires des mers actuelles.

Sans pouvoir démontrer d'une manière tout à fait rigoureuse comment s'opère l'élimination du carbonate de chaux, on a cependant de fortes raisons de penser qu'elle est due à la présence de l'acide carbonique dans les eaux profondes. On sait que ce corps mêlé à l'eau constitue un dissolvant énergique du calcaire, et d'un autre côté les observations montrent que les eaux du fond renferment de l'acide carbonique en quantité beaucoup plus notable que celles de la surface. La moyenne des dosages donne pour l'eau de la zone supérieure 20,7 %, pour la zone moyenne 26 % et pour les grandes profondeurs 27,9 % d'acide carbonique. Il est incontestable que les résultats de ces analyses sont de nature à appuyer les idées émises par sir Wyville. Cependant M. Murray n'admet pas, pour expliquer la formation de l'argile rouge, l'opinion que nous venons d'exposer; pour lui cette vase serait due à la décomposition des matières volcaniques distribuées sur le lit de l'Océan. Pour M. Carpenter cette argile serait le résultat de l'altération de la *glauconie*, substance minérale dont nous devons indiquer le mode de formation; car, comme nous allons le voir, ce minéral possède des rapports intimes avec les organismes microscopiques à test calcareux.

C'est Bailey qui établit que des amas de glauconie se déposent dans les mers actuelles; il a prouvé en outre que ce sédiment se trouvait associé à des globigérines dont les grains de glauconie ne sont que des moules internes. M. Pourtalès, exécutant des sondages dans le Gulf-Stream et dans le voisinage par 31°32' lat. N. et 79°35' long. O, trouva qu'à des profondeurs de 150 brasses la vase était formée d'un mélange à parties égales de globigérines et

de sable noir ou vert foncé. Bailey dans l'étude microscopique qu'il fit de ces granules, reconnut qu'ils avaient la forme de l'intérieur de la coquille des foraminifères; leur composition chimique répondait à celle de la glauconie. Ce silicate de fer et de potasse avait donc pénétré à l'intérieur du test des globigérines, et les grains affectaient la forme bien caractérisée de moules internes. Ce qu'il y a de remarquable dans cette fossilisation, c'est qu'au fond du Gulf-Stream et sur les côtes de la Floride il existe avec les foraminifères de nombreuses diatomées et des radiolaires, et qu'il ne paraît pas que ces derniers exercent aucune influence sur le moulage des coquilles de globigérines.

MM. Parker et Rupert Jones découvrirent de leur côté que des foraminifères de l'Océan Pacifique, dont le test était encore intact, avaient l'intérieur de la coquille entièrement tapissé de glauconie, et le Challenger vient d'observer des faits tout semblables dans le sud de l'Atlantique à partir du Cap de Bonne-Espérance. Ce moulage s'opère incontestablement dans les mers actuelles, et rien n'autorise à penser que les grains de glauconie à empreintes organiques appartenaient autrefois à des couches de formation ancienne: on peut facilement montrer qu'il n'en est pas ainsi, car on constate que ces empreintes sont bien celles des espèces de foraminifères existant aujourd'hui sur les points où l'on prélève cette vase glauconieuse.

On ne saurait dire ce qui provoque l'affinité élective de la glauconie pour le test calcaire des rhizopodes; mais il paraît bien établi que le moulage ne se fait pas au-dessous de 300 brasses, et qu'on ne peut attribuer la formation de ce minéral à des circonstances locales ; car on retrouve les mêmes sédiments sur de vastes aires non-seulement dans le golfe du Mexique, mais dans l'Océan Pacifique et le sud de l'Atlantique, comme nous l'apprennent les recherches de Parker et Jones et celles du Challenger. La formation des grains de ce minéral infiltrés dans des coquilles de rhizopodes n'est point d'ailleurs un fait restreint à la période

actuelle; depuis longtemps Ehrenberg a fait connaître que certains sables verts des couches géologiques anciennes présentent les mêmes caractères que la glauconie que nous voyons se former aujourd'hui.

En terminant cet exposé des faits les plus saillants que vient de révéler au géologue l'étude des sédiments marins produits sous l'action des organismes inférieurs, jetons un coup d'œil rétrospectif sur les résultats de cette exploration. Nous pouvons formuler comme suit l'ensemble des observations.

1° Vers les pôles se forment des couches où domine l'élément siliceux dû aux diatomées et aux radiolaires.

2° Dans la zone intermédiaire de l'Océan, à des profondeurs ne dépassant pas 3000 brasses, se dépose une vase calcaire due en grande partie aux foraminifères.

3° Aux plus grandes profondeurs, vers 3000 brasses, s'accumulent des amas très étendus d'argile rouge, en relation avec l'argile grise que l'on considère comme transition entre la vase à globigérines et l'argile rouge.

4° Dans quelques points on trouve, à faible profondeur, des dépôts d'un sable verdâtre, dont les grains sont souvent des moules de foraminifères.

En nous initiant aux phénomènes géologiques de la période que nous traversons, en suivant d'un œil attentif la manifestation des forces qui agissent autour de nous, nous apprenons à relier les phénomènes anciens à leurs causes et à les interpréter. Cette méthode inductive, base la plus assurée de nos connaissances sur le passé de la terre, conduit le géologue à se demander quel fut le rôle des organismes inférieurs dans la formation des couches aux temps primitifs de notre planète. Disons tout de suite que, d'après nous, on s'est généralement départi de cette méthode d'observation et des règles d'une saine analogie quand on a voulu retrouver l'action des êtres microscopiques dans la constitution des

roches paléozoïques, et que la plupart des savants qui, dans ces derniers temps, ont traité ce sujet, l'ont fait sous l'empire d'idées systématiques qui les portaient à exagérer singulièrement l'importance des dépôts fournis par les êtres inférieurs.

A la vue des faits que nous avons rappelés, nul ne peut contester la puissance de l'action géologique des plantes et des animaux microscopiques ; et si nous avions pu tourner notre attention vers les êtres plus élevés de la série animale, nous en aurions vu un grand nombre, sécrétant des enveloppes solides, accumuler des masses minérales et former les éléments essentiels ou accidentels des dépôts géologiques contemporains ; les coquilles des mollusques marins s'amoncellent dans les sables le long des côtes et dans la vase du fond ; les îles et les récifs des polypiers, les restes solides des bryozaires et des coraux concourent puissamment à augmenter les sédiments et à modifier la surface du globe. Non-seulement le règne animal édifie des couches puissantes ; mais nos tourbières actuelles présentent des amas considérables et permanents de matières végétales, qui ne sont pas sans analogie avec ceux que nous offrent en particulier les dépôts de combustibles de la formation carbonifère, et elles nous prouvent à leur tour l'importance géologique de la vie végétale.

Mais quand il s'agit d'apprécier l'action de ce facteur sur les couches déposées durant les périodes anciennes, comme nous le disions tout à l'heure, on ne se contente plus de constater des faits précis. En s'aidant du métamorphisme, mot dont a beaucoup abusé en géologie, on affirme que presque toutes les roches sédimentaires anciennes sont directement ou indirectement le résultat de l'action de la vie. L'exploration des mers profondes ayant montré, assure-t-on, que le calcaire, la silice et l'argile sont élaborés sous l'influence de la vie, toutes les masses minérales qui composent les corps doivent leur existence à l'action des organismes. On n'hésite pas à avancer que les roches calcareuses, comme

les calcaires cristallins et compacts, les marbres, ont été produits par les organismes à peu près comme nous voyons se former de nos jours la vase à globigérines; pour les roches siliceuses comme le quarzite, le phtanite, le flint, elles dériveraient de rhizopodes à test siliceux, de diatomées et de spicules de spongiaires, et en admettant comme parfaitement établie l'hypothèse de sir Wyville Thomson sur la formation de l'argile rouge, on affirme que les schistes, les phyllades et les micaschistes ont la même origine organique que les masses argileuses qui se déposent aujourd'hui au fond de l'Océan.

Il est même des naturalistes qui ne voient pas de difficulté à admettre que le gneiss et le granite puissent être produits par la transformation des débris d'animaux et de plantes, sous l'influence du métamorphisme. Si l'on ne retrouve dans ces roches aucune trace des êtres auxquels elles doivent leur naissance, c'est encore au métamorphisme qu'il faut l'attribuer. Les propositions que nous venons d'énoncer paraîtront paradoxales à bien des géologues qui se sont occupés d'une manière spéciale de l'étude des roches; mais ceux qui les défendent sont convaincus; ils ont en ces idées une foi inébranlable et sont animés d'une sorte de pressentiment que les recherches futures amèneront la preuve de leur grande généralisation. Il y a quelques mois à peine nous nous trouvions en Angleterre avec l'un des maîtres de la science; nous lui communiquions le projet d'un travail sur la constitution du calcaire carbonifère, et nous discutions les diverses interprétations admises pour expliquer l'origine de ces couches marines qui forment la base du terrain houiller. Après nous avoir rappelé les recherches sur les êtres microscopiques de la craie, sur la vase à globigérines, ce savant développa devant nous les idées que nous venons d'exposer, et en terminant il ajoutait : « Vous arriverez infailliblement » à confirmer ces vues, l'étude de la microstructure du cal- » caire vous conduira à montrer que ces roches ont été for- » mées à la manière des sédiments organiques de nos mers » actuelles, et vous verrez se réaliser une fois de plus les

» paroles prophétiques de Linnée : *Petrificata montium » calcariorum non filii sed parentes sunt, cum omnis calx » oriatur ab animalibus.* » Nous abordâmes l'étude microscopique de ce groupe de roches un peu sous l'impression qu'elle allait nous fournir la preuve de cette assertion. Maintenant que des centaines de préparations microscopiques de calcaire nous ont passé sous les yeux, que durant des mois nous nous sommes efforcé de scruter leur structure et leur composition, nous devons avouer que nous n'avons pas encore vu se réaliser ces prévisions.

Nos travaux sont loin d'être terminés, mais ils sont déjà assez avancés pour que nous puissions affirmer qu'aucun des échantillons étudiés ne peut être considéré, pour la totalité des éléments, comme dû aux organismes inférieurs. Tout en accordant que, pour certaines roches de cette série, les foraminifères ne sont pas étrangers à leur constitution, il n'en reste pas moins vrai qu'on ne peut appliquer à aucune d'elles la dénomination de roche microzoïque. Dans tous les cas où nous observons des foraminifères, ces animalcules sont noyés dans des éléments cristallins qui n'ont rien d'organique. Ordinairement même le nombre de sections de rhizopodes, dans une lame mince de calcaire, se réduit à un ou deux, et dans tous les cas nous avons remarqué que les plages les plus considérables sont formées par des débris d'organismes plus élevés tels que les crinoïdes, les coraux, les mollusques. Si l'on veut voir dans le calcaire un produit de l'activité organique, c'est bien plutôt aux êtres que nous venons de nommer qu'aux rhizopodes à test calcareux qu'il faudrait attribuer l'édification de ces couches. Mais encore faut-il toujours laisser le grand rôle aux actions physico-chimiques; car la masse fondamentale de la roche est composée de particules cristallines ou terreuses, dont on ne pourra jamais prouver qu'elles ont, même indirectement, une origine organique. Souvent même ces matières minérales constituent à elles seules la roche tout entière.

Mais, dira-t-on, le métamorphisme en apportant des mo-

difications profondes de texture, en produisant des minéraux d'origine secondaire, doit avoir effacé les traces de ces petits êtres. Nous ne le pensons pas, et il nous serait aisé d'opposer bien des faits à cette fin de non-recevoir. Contentons-nous d'en relever un seul. Lorsqu'on observe au microscope les foraminifères du calcaire carbonifère, on constate d'ordinaire que leurs formes se sont conservées intactes; ces coquilles n'ont subi d'autres modifications que celles que l'on peut observer dans une même préparation sur les sections des organismes plus élevés. Les caractères distinctifs de ces rhizopodes sont même si nets que l'on peut distinguer les espèces, témoin le travail que M. Brady vient de publier sur la faune rhizopodique du calcaire carbonifère. Eh bien! si le métamorphisme que l'on invoque a fait disparaître les myriades d'êtres microscopiques que réclame la théorie, et qui devraient composer la masse de la roche, comment se fait-il qu'il ait respecté jusque dans les moindres détails de structure quelques rares individus? Comment, ajouterons-nous, l'action métamorphique qu'on invoque ne s'est-elle pas exercée sur les petites tiges des crinoïdes, sur les entomostracés, sur les polypiers dont nous retrouvons les caractères de structure intime avec une telle constance qu'un micrographe un peu exercé reconnaît au premier coup d'œil les êtres auxquels il faut les rapporter, alors même que les sections de ces organismes sont terminées par des lignes irrégulières et que l'on ne peut par l'étude des lames minces apprécier la forme et la structure externes ?

Tout ce que nous avons dit du calcaire peut s'appliquer à la généralité des roches anciennes; nous ajouterons même que celle dont nous venons d'indiquer quelques-uns des caractères microscopiques nous paraît la mieux choisie pour montrer l'influence de la vie dans le dépôt des couches paléozoïques. Or si nous voyons à peine dans ces couches l'empreinte des organismes inférieurs que réclame la théorie, quelle ne doit pas être notre réserve en face des assertions d'une école qui, sous prétexte de défendre la théorie des causes

actuelles, substitue à l'observation des faits une conception qui se rattache par bien des points aux idées matérialistes sur l'apparition et l'évolution des organismes.

En effet, si l'on part des principes transformistes, on doit trouver, lorsqu'on remonte les périodes géologiques, que les organismes convergent vers des êtres primitifs très simples, d'où les séries animales et végétales auraient pris leurs points de départ. Mais il est un fait incontestable : c'est que, lorsqu'on descend ainsi l'échelle des êtres en s'appuyant sur les recherches paléontologiques, on ne découvre pas cette convergence qu'exige impérieusement l'hypothèse. On est donc conduit à admettre que les organismes qui manquent pour reconstituer les séries inférieures doivent avoir disparu des couches qui les renfermaient jadis, et l'on arrive à déclarer que des couches reconnues pour azoïques auraient été pourtant déposées au sein des mers habitées par ces êtres inférieurs; et pour trancher la difficulté on fait appel au métamorphisme; mais qui ne voit que cet échafaudage de suppositions ne repose sur rien de réel?

Une raison non moins puissante pour décider les naturalistes de cette école à admettre que ces milliers de mètres de couches azoïques ont été formées par les dépouilles des organismes inférieurs, c'est que cette interprétation leur permet de faire commencer la vie par ce qu'ils se plaisent à nommer des *formes indécises*, appartenant à la fois aux trois règnes, et dont ils croyaient même avoir retrouvé dans le Bathybius un représentant à l'époque actuelle; ils s'efforcent en même temps de reculer l'apparition des êtres organisés, et de la faire commencer à une période tellement perdue dans le passé que, suivant un mot du géologue Hutton, il n'y a plus moyen d'y rien voir. De cette façon il leur semble plus aisé de rejeter loin d'eux l'idée d'une force créatrice; c'est le temps qui devient le grand facteur. La vie n'est plus qu'une combinaison particulière et fortuite des éléments matériels; elle s'est manifestée dans un passé lointain, débutant par des êtres qui se différenciaient à peine des substances minérales

auxquelles ils devaient leur origine, et qui se modifiaient suivant les conditions du milieu où ils se trouvaient placés. Mais il est bien permis de se demander si, en substituant ainsi des idées systématiques aux conclusions qui découlent des faits, on reste fidèle au véritable esprit scientifique et à la marche rationnelle qui doit assurer le progrès.

A. Renard, S. J.
Conservateur au Musée royal de Belgique.

L'AVEUGLEMENT SCIENTIFIQUE

QUATRIÈME ARTICLE (1).

V. L'INFINI DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE. LA CRÉATION.

Nous avons promis « une démonstration scientifique, à la fois claire et rigoureuse, » de cette proposition que le monde matériel a eu un commencement. Nous tiendrons cette promesse dans le présent chapitre, et nous la tiendrons surabondamment; car la démonstration s'étendra d'elle-même, avec la même clarté et la même rigueur, à cette autre proposition que le monde matériel est entièrement limité dans l'espace. Elle pourra servir en outre à résoudre plusieurs questions, parfois fort embarrassantes pour les esprits qui aiment à creuser certains problèmes des sciences abstraites et des sciences expérimentales.

Nous ne craignons pas de bien préciser, sans essayer de le restreindre, l'engagement que nous avons pris.

Notre démonstration doit être scientifique, c'est-à-dire

(1) Voir les trois premières livraisons de l'année 1877.

qu'elle doit se faire toute entière par la comparaison des idées que l'on considère ordinairement dans les sciences, qu'elle ne doit emprunter ni son point de départ, ni aucune de ses parties essentielles, à une autre branche des connaissances humaines. Tout esprit accoutumé au langage scientifique doit pouvoir la comprendre, la critiquer et la juger. Nous croyons qu'elle satisfera parfaitement à cette condition; nous croyons même que tout esprit droit et lucide peut se l'assimiler aisément sans avoir jamais étudié aucune branche des sciences; tant elle est simple et élémentaire.

Elle doit être claire, pour que l'esprit voie nettement, par un acte simple d'attention, tout ce qui la compose. Il faut qu'après l'avoir suivie d'un bout à l'autre on puisse aisément la pénétrer toute entière et la résumer, pour ainsi dire, en une formule courte et précise, sans aucune obscurité métaphysique, sans ambiguïté, sans exception; il faut que, devenue franchement évidente dans sa généralité, elle se prête facilement, sans violence, à toutes les applications particulières; il faut qu'elle suggère d'elle-même la solution des difficultés, et dans cette matière les difficultés sont nombreuses et ont souvent paru insolubles aux meilleurs esprits; il faut enfin qu'elle apporte dans l'intelligence la satisfaction de la vérité reconnue et sentie, de la vérité définitivement acquise et paisiblement possédée.

Elle doit être rigoureuse, c'est-à-dire entraîner forcément l'adhésion de quiconque peut en saisir et en rapprocher les éléments; et même, vu la nature du sujet, il ne lui suffit pas de se faire admettre par une de ces grandes probabilités que tout le monde appelle certitude; il faut qu'elle s'impose avec l'intolérante rigueur des mathématiques pures.

Nous croyons réellement que notre démonstration satisfait à toutes ces conditions; car nous l'avons depuis longtemps soumise à de nombreuses épreuves, et elle ne nous a jamais paru en défaut. Elle n'a pas été publiée; mais elle a souvent subi le contrôle de discussions amicales, avec des hommes d'un esprit ferme et pénétrant, qui en ont pleinement reconnu

la solidité. Cette approbation nous autorise à lui donner une publicité plus étendue; cependant pour que nos promesses ne laissent pas à nos lecteurs la mauvaise impression d'une confiance trop présomptueuse, nous déclarons en toute simplicité que nous soumettons ce travail à leur jugement, prêt à accueillir avec sincérité les critiques qu'ils voudront bien nous adresser.

Il est bien juste d'ailleurs de le remarquer; dans cette question, comme dans beaucoup d'autres, le chrétien a sur l'incrédule un immense avantage. Le dogme de la création, qu'il connaît clairement par la révélation divine, lui montre d'avance le but qu'il doit atteindre. Il est sous ce rapport dans la position de l'astronome qui cherche à reconnaître et à mesurer directement une petite inégalité révélée d'avance par la mécanique céleste. Combien de faits astronomiques seraient encore aujourd'hui inconnus des observateurs, si les formules des géomètres ne les avaient d'abord révélés? C'est un astronome de Berlin qui a vu le premier la planète Neptune, mais ce sont des formules calculées à Paris qui ont dirigé sa lunette. C'est ainsi que souvent la foi tourne la raison du côté où elle verra la vérité. La raison du chrétien, guidée dans son propre domaine par les sommets lointains qu'illumine la foi, est moins exposée aux détours de l'erreur, marche avec plus de fermeté, et peut parcourir sans danger les régions abstraites de la métaphysique infestées par les illusions. La foi lui donne des certitudes, et toute certitude est un puissant soutien qui préserve du vertige, et maintient dans le droit chemin. Un enfant peut parcourir plusieurs kilomètres, sans jamais broncher, en marchant sur le rail étroit d'un chemin de fer; quand même ce chemin de fer monterait au Rigi, bordé à gauche par un mur de rocher, à droite par le précipice qui descend vers le lac des quatre cantons. C'est que ce rail est tout près du sol, et qu'un faux pas n'expose à aucune conséquence désastreuse. Mais supposez-le tendu et isolé, à la même hauteur, au-dessus du lac lui-même; il faudra pour le parcourir sans naufrage l'organi-

sation exceptionnelle d'un Blondin. Telle est bien souvent, en philosophie, la différence entre le chrétien et l'incrédule. Suivre la droite ligne de la vérité ne sera pour l'un qu'un jeu d'enfant, tandis que, malgré l'effort le plus énergique, l'autre a toutes les chances de s'en écarter et d'être englouti.

La première question posée en tête de ce chapitre, se rapporte au *temps* et à l'*espace*; mais au fond elle n'est pas double; la difficulté qu'elle renferme se retrouve toute entière dans une troisième espèce abstraite, le *nombre*; et, résolue dans celle-ci, elle l'est par cela même dans les deux autres. Ces trois choses, le nombre, le temps, l'espace, bien qu'elles entrent comme éléments simples dans presque tous les concepts composés que nous formons si facilement tous les jours, ne laissent pas que d'être parfois difficiles à abstraire, c'est-à-dire à isoler et à considérer dans leur isolement. La difficulté peut cependant être diminuée par des rapprochements; car, si elles sont parfaitement distinctes, elles n'en ont pas moins leurs analogies. Souvent ce que l'on a peine à reconnaître dans l'espace, à cause de ses trois dimensions, se découvre avec moins d'effort dans le temps, qui est plus simple; et ce qui nous embarrasse dans l'un et dans l'autre se résout beaucoup plus aisément dans le nombre.

C'est précisément le cas de la question actuelle, relative à l'infini. Le nombre infini contient à lui seul toute la difficulté; et, pour la résoudre, il n'est pas même nécessaire de considérer le nombre continu des mathématiciens, avec son nombre fractionnaire, et ce nombre incommensurable qui, aujourd'hui encore, paraît si mystérieux à bien des esprits. Il suffit du nombre entier, c'est-à-dire d'une chose que les enfants eux-mêmes parviennent à abstraire, et sur laquelle ils apprennent à raisonner clairement dans les éléments d'arithmétique. C'est du nombre entier qu'il s'agira uniquement dans ce qui suit, c'est à lui seul que nous penserons en recherchant dans quel sens l'adjectif *infini* peut ou ne peut pas lui être appliqué.

Commençons par examiner deux formules bien souvent

répétées par des philosophes qui, comme nous, défendent le dogme de la création.

La première, la plus ancienne, croyons-nous, déclare carrément que le nombre infini est une absurdité, *numerus infinitus repugnat*. Nous n'hésitons pas à la condamner parce que, comme nous le verrons plus loin, elle est ambiguë, vraie dans un sens, fausse dans un autre. On a pu sans doute ne l'employer que dans le sens où elle est vraie ; mais quelle force peut avoir une démonstration qui repose sur une pareille amphibologie? quelle satisfaction peut-elle apporter à la raison? quelle résistance peut-elle offrir aux attaques de l'incrédulité?

Il est remarquable que saint Thomas d'Aquin, dans la deuxième question de la *Summa theologica*, où il prouve par cinq arguments l'existence de Dieu, a évidemment refusé de s'en servir. Qu'à la fin du XIXe siècle, nous soyons mis en garde contre l'apparence de simplicité et d'évidence que présente cette formule, vue d'un certain côté, il n'y a rien d'étonnant. Les mathématiciens nous ont enseigné la défiance. Ils nous ont, pour ainsi dire, fait toucher et palper des vérités paradoxales que tout d'abord on déclarait également fantastiques et absurdes, le nombre incommensurable, les fonctions continues qui n'ont pas de dérivées, les problèmes de mécanique rationnelle où le mouvement reste indéterminé, tandis que l'état initial et les forces sont complétement déterminés. Ils nous ont démontré qu'aujourd'hui encore la géométrie, si bien construite par les anciens, si bien développée par les modernes, ne s'appuie, quoi qu'on en ait dit depuis deux mille ans, que sur une base scientifiquement incertaine. Ils nous ont tout spécialement disposés à croire plutôt le contraire de la formule suspecte, en calculant à chaque pas avec exactitude les limites vers lesquelles certains nombres convergent quand certains autres nombres croissent indéfiniment. La défiance est donc chez nous toute naturelle, notre prudence dans l'espèce n'a rien de méritoire.

Mais au XIIIe siècle toutes ces subtiles découvertes étaient inconnues; saint Thomas les ignorait comme tous ses contemporains; et cependant, ce profond philosophe, qui fut certainement l'un des plus vigoureux génies que la terre ait portés, n'a pas voulu adopter, dans sa généralité, la formule que nous critiquons. Trois fois dans ses cinq arguments elle eût abrégé sa démonstration; il l'a chaque fois réduite au cas particulier où il l'appliquait, et ainsi réduite elle se trouve parfaitement vraie. Voici par exemple son second argument; on y verra qu'au lieu de rejeter en général le nombre infini comme absurde, il ne rejette que l'infinité des causes efficientes.

« Nous trouvons dans les choses sensibles une série ordonnée de causes efficientes; et cependant on ne trouve pas, et il n'est pas possible, qu'une chose soit sa propre cause efficiente; car alors elle serait antérieure à elle-même, ce qui est impossible. Or *il n'est pas possible, dans les causes efficientes, de procéder à l'infini;* parce que dans toutes les causes efficientes coordonnées, le premier est cause du moyen, et le moyen du dernier, soit qu'il y ait plusieurs moyens, soit qu'il n'y en ait qu'un. Or, la cause enlevée, l'effet disparaît. Donc s'il n'y a pas de premier dans les causes efficientes, il n'y aura ni dernier, ni moyen. Mais si l'on procède à l'infini *dans les causes efficientes*, il n'y aura pas de première cause efficiente, et ainsi il n'y aura ni dernier effet, ni causes efficientes intermédiaires : ce qui évidemment est faux. Donc il faut admettre une cause efficiente première, que tout le monde appelle Dieu (1). »

(1) Invenimus in istis sensibilibus esse ordinem causarum efficientium; nec tamen invenitur, nec est possibile, quod aliquid sit causa efficiens sui ipsius, quia sic esset prius se ipso, quod est impossibile. *Non autem est possibile quod in causis efficientibus procedatur in infinitum*, quia in omnibus causis efficientibus ordinatis primum est causa medii, et medium est causa ultimi, sive media sint plura, sive unum tantum. Remota autem causa, removetur effectus. Ergo si non fuerit primum in causis efficientibus, non erit ultimum, nec medium. Sed si procedatur in infinitum in causis efficientibus,

Cette première formule a d'ailleurs le défaut naturel des formules ambiguës. Si, vue d'un côté, elle paraît évidente, on peut en dire autant de sa contradictoire. Sans citer en preuve les antimonies de Kant qui se fait un jeu de prouver à peu près l'une et l'autre, voici un esprit plus lucide et plus sérieux qui se prononce franchement pour cette contradictoire, malgré les perplexités insolubles où elle le jette. « Nous savons, dit Pascal, qu'il est faux que les nombres soient finis; donc il est vrai qu'il y a un infini en nombre; mais nous ne savons ce qu'il est. Il est faux qu'il soit pair, il est faux qu'il soit impair; car en ajoutant l'unité, il ne change pas de nature; cependant c'est un nombre, et tout nombre est pair ou impair : il est vrai que cela s'entend de tout nombre fini. » Pour nous, nous dirons que la formule : *il y a un infini en nombre* est, comme sa contradictoire, une formule ambiguë, et nous montrerons plus loin dans quel sens elle est vraie, dans quel sens elle est fausse.

La seconde formule qu'il nous reste à examiner a essayé de corriger l'ambiguïté par une distinction. Elle distingue entre l'infini *actuel* et l'infini *en puissance*, et elle ne rejette comme absurde que le *nombre actuellement infini*. Cette formule est incontestablement fort ancienne, et il serait difficile de dire qui l'a imaginée le premier. Il est certain qu'une telle distinction se présente assez naturellement comme moyen d'échapper à bien des difficultés particulières. On peut voir, par exemple, l'usage qu'en a fait Gerdil dans deux grandes dissertations intitulées, la première : *Essai d'une démonstration mathématique contre l'existence éternelle de la matière et du mouvement, déduite de l'impossibilité démontrée d'une suite actuellement infinie de termes, soit permanents, soit successifs* (1); la seconde : *Mémoire de*

non erit prima causa efficiens, et sic non erit nec effectus ultimus, nec causæ efficientes mediæ; quod patet esse falsum. Ergo est necesse ponere aliquam causam efficientem primam, quam omnes Deum nominant.

(1) *Opere edite ed inedite del cardinale Giacinto Sigismondo Gerdil*, t, IV, p. 261. Rome 1806.

l'infini absolu considéré dans la grandeur(1). Mais nous la croyons à la fois inexacte et insuffisante.

Elle est inexacte. Qu'est-ce en effet que *le nombre* en général? Qu'est-ce que les nombres dont on étudie les propriétés et les relations en arithmétique? Ce ne sont certainement ni des substances, ni des phénomènes. On les appelle *abstraits*, parce que, pour les considérer en eux-mêmes, nous devons les abstraire des concepts composés que nous formons dans nos jugements ordinaires. Qu'on les appelle, si l'on veut, des abstractions, qu'on les mette si l'on veut, fort au-dessous des substances et même des phénomènes; mais qu'on ne dise pas qu'ils ne sont rien; car les belles théories dont ils sont le sujet prouvent assez clairement qu'ils ont des propriétés. A un certain point de vue, ces êtres abstraits ont sur les substances finies et sur les phénomènes une véritable supériorité. Ce qu'ils sont, ils le sont *nécessairement*, leur existence et toutes leurs propriétés intrinsèques sont *nécessaires*, elles ne peuvent pas ne pas être. Que peut dès lors signifier, quand on la leur applique, cette distinction de l'actuel et du potentiel? Appliqués à une substance contingente, à ses phénomènes, ces mots se comprennent parfaitement; car tout cela se conçoit clairement comme étant *en acte* ou *en puissance*, comme réellement existant, ou comme simplement possible. Mais on ne peut transporter cette distinction aux choses nécessaires. S'il arrive que, en le faisant, l'esprit ne croie pas faire un non-sens, c'est ou bien qu'en réalité, sous ces mots trompeurs, il suppose quelque autre distinction confusément entrevue, ou qu'au lieu de songer aux nombres abstraits, il pense à ce qu'on appelle parfois des nombres concrets, aux choses contingentes que les nombres contribuent à déterminer. Dans l'un et l'autre cas, il fait une opération inexacte, qui le tire peut-être d'un embarras présent, mais qui ne peut lui donner la claire vue de la vérité.

Je dis en outre que cette distinction est insuffisante. Elle

(1) Ibid. t. V, p. 1. Rome 1807.

élude sans doute la difficulté fondée sur le nombre infini des choses possibles; mais, pour ne citer qu'une seule autre catégorie de difficultés, comment explique-t-elle le nombre infini des unités qui composent des séries continues, par exemple, le nombre infini des points dans une ligne, des instants dans un intervalle de temps, des positions successives d'un corps qui se transporte d'un lieu à un autre? Dira-t-on que ces unités, positions, instants, points, sont simplement en puissance? Ne sont-elles pas en acte, et parfaitement réelles? Ou bien dira-t-on qu'elles sont en nombre fini? Il est certainement impossible à un partisan sincère de cette formule de nier que, dans les séries continues, il y a un nombre actuellement infini d'unités. La distinction de l'actuel et du potentiel, prise dans la rigueur des termes, est ici évidemment impuissante; la formule est en défaut. L'esprit entrevoit confusément une autre distinction qui doit lever cette difficulté; mais il faut la préciser, il faut lui donner une formule plus correcte.

Il le faut d'abord pour la légitime satisfaction de la raison. Il est arrivé plus d'une fois, dans l'histoire des sciences, que, pressé de tirer des principes les conséquences fécondes et utiles que l'on a surtout en vue, on a négligé de donner d'abord aux principes eux-mêmes une solidité inébranlable, et de les dégager d'un brouillard d'inexactitudes qui ne les empêchait pas d'éclairer les recherches et de guider le progrès. Cela s'est vu jusque dans la science la plus rigoureuse et la plus exacte, dans les mathématiques. Le calcul infinitésimal, par exemple, a donné des fruits magnifiques, longtemps avant d'avoir assuré ses racines. La géométrie qui, depuis tant de siècles, sert de base aux théories scientifiques, n'a pas encore de nos jours parfaitement assis ses propres fondements. On a encore, au seuil des éléments, des propositions non démontrées qui ne sont pas rigoureusement évidentes. L'esprit humain s'est contenté, faute de mieux, d'en entrevoir la vérité; mais on reconnaît qu'il faut

quelque chose de plus, que la géométrie est obligée de faire pour ses principes ce que le calcul infinitésimal a fait pour les siens, et que jusque là notre raison ne peut se déclarer satisfaite. Ainsi en est-il de la question qui nous occupe. Les formules inexactes imaginées pour la résoudre font sur nous le même effet que les premières définitions et les premières propositions de la géométrie, relatives au plan, à la ligne droite, aux parallèles. Nous sentons tout d'abord que, malgré leur imperfection, elles recouvrent la vérité. Dire pourquoi, nous ne le saurions ; car au fond cela reviendrait à les corriger. Mais, sans pouvoir rendre parfaitement raison de notre certitude, nous avançons libres de scrupules et de craintes à travers les recherches ultérieures dont elles sont le point de départ. Ce n'est peut-être pas philosophique, ce n'est pas très scientifique ; mais c'est tout à fait humain et, au point de vue pratique, c'est bien le plus raisonnable. Les anciens géomètres n'auraient probablement jamais rien écrit sur les sections coniques, s'ils s'étaient acharnés à démontrer d'abord le postulatum d'Euclide ; et, pour n'être pas théoriquement irréprochable, la géométrie moderne n'en impose pas moins ses belles découvertes à ceux qui l'étudient. De même, parmi les démonstrations de la création et de l'existence de Dieu, celles qui ont à leur point de départ la question du nombre infini, s'imposent et se sont toujours imposées à tout esprit libre de préjugés, malgré le nuage qui obscurcit encore leur origine. Nous apercevons si bien la vérité sous ces formules défectueuses, qu'il n'y a pour nous que deux moyens de la perdre de vue ; le premier, c'est d'essayer longtemps en vain de la dégager complétement ; le second, c'est d'être intéressé à la contredire.

Le premier a été fort employé de nos jours à l'égard de la géométrie ; et, s'il a ébranlé quelques convictions, il a du moins fait naître une nouvelle branche des mathématiques, très curieuse et fort habilement développée, la géométrie imaginaire ou non-euclidienne. Dans la question du nombre infini, on n'a guère employé que le second, lequel

est fort stérile et peu scientifique; mais on l'a appliqué avec entrain et avec un certain ensemble. Rien n'est plus commun aujourd'hui dans une certaine école que d'affirmer l'éternité de la matière. C'est une doctrine essentielle au matérialisme; et, si elle tranche ou plutôt si elle supprime la question du nombre infini, ses partisans révèlent du moins sans détour les vues intéressées qui lui ont donné naissance : Une durée infinie ne nous effraie pas, parce que nous ne pouvons admettre ni création, ni Créateur. Il est rare qu'un savant positiviste manque une occasion d'affirmer cette doctrine; mais, règle générale, suivie d'ailleurs dans cette école pour beaucoup d'autres thèses, on se contente d'affirmer l'axiome, on n'essaie pas même de le démontrer. Nous devons pourtant citer ici un curieux passage de M. Littré, où l'on trouve autre chose qu'une affirmation. Nous ne sommes pas sûr de le bien comprendre; mais il nous semble que cet écrivain, qui a quelque autorité chez les siens, déclare que l'homme ne peut connaître avec certitude l'éternité de la matière, et que cependant il peut en être certain.

« L'axiome essentiel du matérialisme, dit M. Littré, est l'éternité de la matière, à savoir qu'elle n'a point eu d'origine et qu'elle n'aura point de fin. On sait que telle n'a point toujours été l'opinion des hommes, et qu'on a cru jadis aux créations et aux destructions de substances. Et en effet, comment sommes-nous arrivés à cet axiome qui a maintenant un ascendant irrésistible sur notre esprit? Par l'expérience, *à posteriori* Nos observations les plus délicates et les plus précises ne nous montrent que transformations. Rien ne se crée; tout naît de quelque chose qui préexiste. Rien ne s'anéantit; tout après dissolution, retourne en d'autres combinaisons. Tant que nous nous tenons dans le contingent, dans le relatif, dans l'expérimental, notre certitude est complète, et aucun doute ne peut l'ébranler. Mais si l'on prétend aller au-delà de cette expérience même et transformer un axiome relatif en un axiome absolu, alors on dépasse la portée de l'esprit humain, et on lui attribue une vue de l'éternité et de la substance qu'il ne possède en aucune façon.

» Quoi donc, me dira-t-on, admettez-vous la création, la production hors du néant? En aucune façon, et même il n'est pas possible de traiter semblablement les deux hypothèses, l'éternité de la matière et sa création. Avant toute expérience, elles avaient un égal droit sur notre intelligence; mais l'expérience a mis entre elles une différence considérable. Jamais nous n'avons expérimenté qu'aucune substance se produisit du néant, et constamment nous avons expérimenté que toutes les substances persistent, ne faisant que se transformer. Nous n'avons donc aucune raison valable de penser qu'il y ait eu création; et, au contraire, nous avons toute raison de penser que la matière est permanente. C'est même une certitude pour nous; mais, comme je l'ai dit, certitude seconde, certitude contingente, certitude expérimentale. Nous connaissons la matière comme un phénomène, et non comme une substance. Dès lors comment serions-nous autorisés à parler de l'éternité passée ou de l'éternité future d'une chose dont nous ne saisissons que le côté phénoménal?

» On me pressera de nouveau et l'on me dira : il faut pourtant que la matière soit éternelle ou qu'elle soit créée; il n'y a pas d'autre alternative. Je sais, en effet, que pour l'esprit moderne, en son état actuel, il n'y a pas d'autre alternative; mais je n'en récuse pas moins la fourche caudine de cette dichotomie. Sans rappeler que, dans le cours de son éducation, l'intelligence a successivement admis des choses qui lui parurent longtemps inconcevables, et rejeté des choses qui lui parurent longtemps seules concevables, je me fonderai sur l'incapacité psychique. Ajouter l'un à l'autre indéfiniment des bouts de temps, restera toujours une chétive image de l'éternité; et notre faculté de concevoir est une pauvre garantie pour assurer que ces bouts de temps ne pourront jamais faillir.

» Je ne saurais trop le répéter, car c'est un des résultats les plus essentiels de la physiologie psychique, ce qui est concevable ou inconcevable n'a d'application que dans nos propres limites. Là, ces termes ont vérité, certitude, sûreté;

mais quand nous essayons de les porter au delà, nous n'avons plus d'assurance qu'ils aient une signification quelconque, et ils retombent sur nous comme une arme vainement lancée dans l'espace. On le sait bien, l'esprit humain ne devine pas le monde, il le découvre par l'expérience; et l'expérience, on le sait aussi, n'a prise aucune sur les questions d'essence et d'origine » (1).

La déclaration qu'il nous est impossible de prouver l'éternité de la matière peut bien, venant d'un tel maître, être utilement opposée aux assertions quotidiennes de ses disciples. Mais le reste du passage cité, l'argumentation qui tend à rejeter la création, doit à bon droit nous faire sourire, quand nous songeons qu'elle représente en réalité ce que le positivisme a produit de plus fort sur ce sujet. Inutile de s'arrêter ici à la réfuter. Quand nous aurons clairement montré que « l'éternité de la matière » est, non une simple fausseté, mais une parfaite absurdité, nous ne craignons pas que « l'incapacité psychique » empêche nos lecteurs de la rejeter; car, pour leur « esprit moderne dans son état actuel, » comme pour les esprits de tous les temps à l'état de santé, « il n'y a pas d'autre alternative. » Dans cette question qui, sans être plus expérimentale, n'est pas moins scientifique que les autres questions de mathématiques, « les résultats les plus essentiels de la physiologie psychique » ne les empêcheront pas de voir que le contradictoire de l'absurde est nécessairement une vérité.

Notre unique objet en citant ce passage, et en parlant des assertions positivistes, était d'indiquer un second motif, plus impérieux ou du moins plus pressant que les légitimes exigences de notre raison dont nous parlions tout à l'heure, de donner aujourd'hui aux formules qui résolvent la question du nombre infini, plus d'exactitude et plus de rigueur que par le passé. Ce motif est celui qui nous dirige dans tout le

(1) *La science au point de vue philosophique*, par É. Littré, 3e édition, Paris, 1873. p. 322.

cours de cette longue étude, c'est l'existence de l'*aveuglement scientifique,* maladie contagieuse dont les germes, développés dans certains foyers par l'orgueil et l'esprit de révolte, tendent à infecter tous les grands courants que la science fait aujourd'hui circuler dans la société. Portons dans cet air vicié le rayon de soleil qui en révèle toutes les impuretés, et qui nous aide à l'assainir. La pure lumière du ciel peut seule désorganiser ces germes malfaisants, et découvrir à des yeux trop longtemps fermés les splendeurs divines de la vérité. Contre ces ténèbres épidémiques, nous n'aurons jamais trop de clarté.

Il ne nous reste, avant d'aborder la démonstration promise, qu'à prévenir ceux de nos lecteurs qui n'ont pas étudié le calcul infinitésimal que, malgré le nom qu'il porte et la rigueur bien reconnue de sa théorie, ce calcul ne peut ici nous rendre aucun service. On y parle souvent d'infiniment grands, d'infinis et même d'infinis de divers ordres ; mais ces mots impropres, désormais consacrés par l'usage, ne désignent pas en réalité des nombres infinis. Ils ne désignent que des nombres finis variables dont la loi de variation satisfait à une certaine condition. Nous tenons à faire cette déclaration parce que plusieurs philosophes, qui n'ont guère compris les éléments de ce calcul, ont cru y trouver de puissants arguments pour démontrer la création de l'univers, ou l'existence de Dieu. Il est vrai que le véritable nombre infini se présente souvent dans diverses branches des mathématiques ; mais si la considération attentive de ces cas peut être fort utile à qui veut se familiariser parfaitement avec notre question, si la théorie que nous allons établir peut à son tour servir à les mieux éclairer, il n'en est pas moins vrai qu'aucune branche de nos mathématiques actuelles ne compte cette théorie parmi ses parties constituantes, et n'est tenue de l'exposer. Aussi, dans la question du nombre infini, les mathématiciens n'ont d'autre avantage que d'être plus accoutumés que les profanes à la considération des nombres ab-

straits. Il leur faudra probablement moins d'attention pour suivre nos raisonnements, ils verront plus vite la portée de quelques réflexions et saisiront mieux quelques exemples; mais, nous le répétons, tout esprit droit et lucide peut parfaitement comprendre notre démonstration.

Commençons par la proposition essentielle qui peut se formuler ainsi :

Le nombre infini n'est pas absurde, mais il est essentiellement indéterminé.

1° Il n'est pas absurde. — La meilleure manière de s'en convaincre est de constater que, dans bien des cas, il se présente comme l'unique réponse à des questions qui ne sont pas du tout absurdes et que nous comprenons parfaitement. Donnons quelques exemples appartenant à diverses catégories.

Voici, pour fixer les idées, une de ces petites boules blanches que l'on considère si souvent dans les raisonnements du calcul des probabilités. Nous concevons que d'autres boules exactement semblables peuvent être réalisées, et sont par conséquent, considérées en elles-mêmes, intrinsèquement possibles. Si l'on vous demandait combien il y en a d'intrinsèquement possibles, vous ne pourriez trouver qu'une seule réponse, et vous diriez : il y en a un nombre infini. Car, quel que soit le nombre de boules réalisées, le fait extrinsèque de la réalisation n'a absolument aucune influence sur la possibilité intrinsèque des autres; toujours il serait permis d'en concevoir au-delà; il n'y a donc aucune limite au nombre de celles qui sont simplement possibles; et puisque l'on demande quel est ce nombre, il faut répondre que c'est un nombre illimité, c'est-à-dire, infini. Inutile de s'arrêter à ce premier exemple; il est, pensons-nous, compris et admis de tout le monde; témoin la vieille distinction, à laquelle il a donné naissance, entre l'infini en acte et l'infini en puissance. Remarquons seulement que, si le nombre concret des boules possibles, ou plutôt si ces

boules elles-mêmes ne sont qu'en puissance, le nombre abstrait correspondant n'est pas du tout une chose en puissance, mais qu'il est, comme tout nombre abstrait, une chose nécessaire.

Les objets dont le concept renferme l'idée de continuité peuvent nous fournir une seconde catégorie d'exemples ; nous y avons déjà fait allusion. Considérons une ligne quelconque ou, pour être plus précis, un segment de ligne ayant une longueur déterminée. On sait qu'on peut indéfiniment diviser et subdiviser ce segment en d'autres plus petits, dont toutes les longueurs additionnées ensemble représenteront la longueur du segment primitif. Ce n'est ni de cette division, ni de ces segments partiels que nous parlons, quand nous disons qu'une ligne peut être considérée comme une série continue renfermant un nombre actuellement infini d'unités. En effet, quelque loin que l'on pousse cette division, on n'aura jamais qu'un nombre fini de parties, chacune de même nature que le tout ; et quoiqu'il n'y ait aucune limite nécessaire à la subdivision, comme ces parties ne sont telles que par un acte de notre esprit, on n'arriverait ici tout au plus, comme dans l'exemple précédent, qu'à un nombre infini de choses possibles. Encore pourrait-on faire remarquer qu'on n'obtient ce nombre infini qu'en réduisant à zéro, c'est-à-dire, en anéantissant la longueur des parties. Non, ce n'est pas de petits segments de ligne, c'est bien de véritables points géométriques que nous voulons parler. Nous pouvons arbitrairement déterminer sur notre ligne autant de points que nous voulons, par exemple, ses deux extrémités, son milieu, les extrémités des segments dans lesquels nous la divisions tout à l'heure. Considéré en lui-même, chacun de ces points est donc intrinsèquement déterminable. Or si l'on demande combien il y a sur cette ligne de points intrinsèquement déterminables, la question n'est pas absurde, et elle n'admet pas deux réponses : il faut dire qu'il y en a un nombre infini. Et comme ces points existent, au même titre que la ligne elle-même, on ne pourra pas dire qu'il s'agit ici

d'un infini en puissance. Leur détermination subjective est seule en puissance, leur existence est actuelle. Quant à la raison qui nous autorise à appeler la ligne une série continue de points, nous préférons ne pas l'exposer ici, parce que ce serait une véritable digression. Il est bien évident que notre raisonnement ne dépend pas de cette appellation.

Au lieu des points d'une ligne, nous pourrions également considérer les instants dont la série continue forme un intervalle de temps, ou les positions successives dont la série continue forme le déplacement d'un corps. Dans ces exemples et dans une foule d'autres, plus ou moins simples, que pourrait nous fournir la catégorie des séries continues, le raisonnement reste toujours le même. Mais dans quelques-uns, dans le déplacement d'un corps en particulier, certains esprits verront peut-être plus aisément combien serait en défaut la distinction de l'actuel et du potentiel dans le nombre infini.

En dehors des séries continues, on peut également poser de nombreuses questions qui n'ont d'autre réponse que le nombre infini. Si l'on demande, par exemple, combien il y a de nombres commensurables compris entre 1 et 2, l'arithmétique élémentaire répondra qu'il y en a un nombre infini. Nous voudrions, dans la même catégorie, citer quelques cas fournis par ces curieuses fonctions continues qui ont récemment attiré l'attention des géomètres, et dont la dérivée devient infinie ou indéterminée pour une infinité de valeurs de la variable, toutes comprises entre deux limites arbitrairement choisies. Mais cela nous obligerait à des développements que nous devons nous interdire dans cette Revue. Pourquoi d'ailleurs ne pas citer avant tout un exemple qui se présente, pour ainsi dire, de lui-même, celui que nous offre la série discontinue des nombres entiers ? Nous savons bien qu'il est possible d'y soulever certaines difficultés dont la solution, étrangère à la question actuelle, serait peu attrayante pour ceux qui ne sont pas mathématiciens ; mais nous croyons qu'on peut le présenter équivalemment sous

une autre forme qui échappe à cet inconvénient, et plutôt que de le passer entièrement, nous lui donnerons cette forme.

On sait que les équations *algébriques* ont un nombre fini de racines *réelles* (1), qui n'est jamais supérieur à leur degré. Une équation algébrique du dixième degré, par exemple, ne peut être vérifiée par plus de dix nombres réels différents. On conçoit que, une pareille équation étant donnée, on puisse se poser tout d'abord la question de savoir combien elle a de racines réelles, ou même de racines réelles positives. A plus forte raison, on est en droit de se demander la même chose, quand il s'agit d'une équation *non algébrique* ou, pour employer le mot consacré, d'une équation *transcendante*. C'est donc là une question parfaitement raisonnable, ayant un sens réel, et qui, dans les cas où sa seule réponse possible est le nombre infini, démontre, comme les autres questions examinées plus haut, l'existence, c'est-à-dire, la non-absurdité de ce nombre. Eh bien ! rien n'est plus facile que d'écrire des équations ayant un nombre infini de racines réelles. En voici une des plus simples : $\sin \pi x = 0$, qui a pour racines réelles tous les nombres entiers. A la question parfaitement raisonnable : combien a-t-elle de racines réelles positives ? il n'y a qu'une réponse possible : elle en a un nombre infini. Il n'est donc pas absurde de dire qu'il y a un nombre infini de nombres entiers. C'est ce que Pascal voulait dire au commencement du passage que nous avons cité plus haut.

(1) Les équations du premier et du second *degré*, avec lesquelles tous nos lecteurs ont fait connaissance au collége, sont des équations *algébriques*. Il y a de même des équations du troisième degré, du quatrième, etc. On appelle *racine* d'une équation tout nombre ou expression qui, substitué à la place de la lettre qui représente l'inconnue, vérifie, quand on exécute les calculs indiqués, l'égalité des deux membres de l'équation ; c'est, en d'autres termes, une réponse à la question. Parmi les racines, il y en a parfois qui ne sont pas des valeurs *réelles*. Ce cas se présente déjà dans les équations du second degré, et on le rencontre souvent dans les degrés supérieurs. On appelle ces racines *imaginaires*. Le nombre des racines différentes, tant réelles qu'imaginaires, d'une équation algébrique est, en général, égal au degré même de cette équation, et ne lui est jamais supérieur.

Ces divers exemples, pris dans plusieurs catégories différentes, établissent surabondamment la première partie de notre formule fondamentale. Il n'est pas exact de dire simplement et absolument que le nombre infini implique contradiction, qu'il est une absurdité. Il peut l'être accidentellement dans tous les cas où vous le déclarez tel ; mais ces cas ne sont pas les seuls ; et c'est vous jeter dans d'inextricables difficultés, c'est vous exposer à vous contredire forcément, que de généraliser une pareille proposition. Dans beaucoup d'autres cas, le nombre infini se présente comme l'unique réponse, réponse presque toujours évidente, à des questions que vous comprenez parfaitement. Dans ces cas donc il a un sens ; et par conséquent il est faux qu'il soit essentiellement absurde. On vous accorde qu'il faut une distinction ; cherchons donc à la formuler le plus nettement et le plus exactement qu'il sera possible. Nous avons déjà rejeté celle de l'acte et de la puissance, et la plupart des exemples que nous venons de parcourir peuvent servir à justifier ce rejet ; mais nous croyons que la seconde partie de notre formule nous fournira une autre distinction parfaitement claire, levant toutes les difficultés. C'est cette seconde partie qui doit maintenant arrêter notre attention.

2° Le nombre infini est essentiellement indéterminé. — Deux nombres finis peuvent se comparer entre eux sous le rapport de la grandeur ; cette comparaison devient absurde, contradictoire, s'il s'agit de nombres infinis ; et cela tient non à notre ignorance, mais à leur essence même. Ainsi, nous allons le voir, il serait absurde de dire que le nombre de boules possibles d'un certain diamètre est égal, ou supérieur, ou inférieur à celui des boules possibles d'un autre diamètre ; il serait absurde de dire que le nombre des points dont la série continue compose une certaine ligne, est égal, supérieur, ou inférieur à celui des points d'une autre ligne, soit que les deux lignes soient égales entre elles, soient qu'elles aient un autre rapport quelconque. En effet il suffit

de supposer que la comparaison est légitime, pour arriver logiquement à des conclusions contradictoires. Nous allons le montrer.

Considérons deux nombres infinis de boules possibles, A et B, et supposons que, dans chaque collection, les boules portent les numéros d'ordre 1, 2, 3... etc. ; chose nécessairement admissible dans l'hypothèse dont nous voulons montrer l'absurdité ; on peut d'ailleurs, au lieu de ce numérotage, aligner les deux séries de boules sur deux lignes droites infinies. Eh bien, nous pourrions d'abord affirmer que les deux nombres A et B sont égaux. Concevons en effet que l'on accouple chaque boule de A avec celle qui dans B porte le même numéro, ou occupe le même rang, la première avec la première, la seconde avec la seconde, et ainsi de suite. Impossible d'admettre que l'une des deux collections manque d'unités pour ces associations ; car ce serait déclarer qu'elle pourrait avoir plus d'unités qu'elle n'en a réellement, ce qui est inadmissible dans un nombre infini. On devrait donc dire que les deux nombres A et B sont rigoureusement égaux, puisqu'à chaque unité de l'un correspond une unité de l'autre. Mais ensuite on pourrait, de la même comparaison, conclure avec la même rigueur que l'un quelconque des deux est dix fois, vingt fois, cent fois plus grand que l'autre. Il suffirait d'accoupler, par exemple, la première de A avec la dixième de B, la seconde avec la vingtième, et ainsi de suite. Ici encore, et pour la même raison essentielle, la possibilité de l'association binaire ne peut être en défaut, par cela seul que les deux nombres sont infinis. A serait donc rigoureusement égal au dixième de B, ce qui implique contradiction avec la conclusion précédente. Et l'on voit que l'on pourrait multiplier indéfiniment ces contradictions. Or elles résultent de l'hypothèse que les deux nombres A et B sont comparables sous le rapport de la grandeur ; il faut donc rejeter cette hypothèse.

Voici un second exemple, choisi dans la catégorie des séries continues. Dans un triangle A B C traçons une droite

D E parallèle à la base B C, et terminée aux deux côtés A B, A C. Cette ligne D E est plus petite que la base B C; mais s'il était permis de comparer entre eux les deux nombres de points que renferment ces deux lignes, on pourrait démontrer par l'association binaire des unités de l'un avec les unités de l'autre, d'abord qu'ils sont égaux, et ensuite qu'ils sont entre eux dans un rapport quelconque arbitrairement choisi. Pour conclure, par exemple, à l'égalité, il suffirait d'accoupler avec un point quelconque F de la base le point où D E est coupée par la droite A F qui va de la base au sommet du triangle; car par ce procédé on trouve, pour chaque unité de l'un une unité de l'autre. Rien n'est plus aisé que d'imaginer ensuite d'autres systèmes de correspondance binaire qui, en établissant l'égalité d'une fraction quelconque de l'un avec le tout de l'autre, permettraient de conclure à l'inégalité dans un rapport quelconque.

Donnons enfin, dans la catégorie des séries discontinues, un exemple que l'on a souvent cité. Chaque nombre entier a son carré. Ainsi aux nombres entiers

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10...

correspondent les carrés

1 4 9 16 25 36 49 64 81 100...

En vertu de cette correspondance binaire, s'il était permis de comparer les nombres infinis sous le rapport de la grandeur, on devrait donc dire que la série complète des carrés contient autant d'individus que la série complète des nombres entiers. Mais d'un autre côté, tous les carrés, étant aussi des nombres entiers, sont eux-mêmes dans cette dernière série, et l'on peut voir qu'ils s'y espacent de plus en plus. Il faudrait donc dire que l'un des deux nombres est beaucoup plus grand que l'autre. Il n'y a qu'un moyen d'échapper à cette contradiction, c'est de s'interdire la comparaison; il s'ensuit donc que la comparaison est illégitime, et comme la contradiction résulte uniquement ici de ce que les deux séries

que l'on compare sont infinies, il faut en conclure de nouveau que deux nombres infinis sont essentiellement incomparables sous le rapport de la grandeur. Au lieu des carrés, on aurait pu prendre les cubes, ou une foule d'autres fonctions, toutes capables de mener à la même conclusion.

Or dire que l'idée même du nombre infini exclut toute possibilité de comparaison sous le rapport de la grandeur, c'est dire en d'autres termes que les nombres infinis sont essentiellement incapables d'une grandeur qui les individualise; qu'à l'état de nombres *abstraits*, ils n'ont et ne peuvent avoir absolument rien qui les distingue les uns des autres; c'est enfin dire qu'ils sont essentiellement indéterminés.

La seconde partie de notre formule fondamentale doit donc être considérée comme établie. Mais les arguments qui précèdent sont des *réductions à l'absurde*; et comme tels, quoique parfaitement rigoureux, ils ont l'inconvénient d'imposer leur conclusion à l'esprit comme une sorte de mystère qu'ils lui révèlent sans daigner l'expliquer. Bien plus, l'hypothèse que l'on fait au point de départ, n'est pas seulement, comme dans la plupart des arguments de ce genre, une hypothèse fausse, c'est en réalité une hypothèse absurde qui, au fond, n'a pas de sens. Or, comme l'admission, même hypothétique, de l'absurde peut entraîner une foule de conséquences étranges; il en résulte que ces arguments peuvent susciter dans certains esprits de nouvelles difficultés. Ainsi, dans l'exemple des deux séries de boules, nous avons admis le numérotage de toutes les boules des deux séries. Or, en vertu de la démonstration même, ce numérotage est absolument impossible; car tout numéro d'ordre, assignant un rang, est nécessairement un nombre déterminé, et puisque tout nombre infini est indéterminé, il est impossible que toutes les boules, en nombre infini, portent un numéro. Cela n'empêche pas la démonstration de conclure, parce que, dans l'hypothèse absurde du nombre infini déterminé, on est bien forcé d'admettre la possibilité de ce numérotage complet.

On pourrait faire une remarque analogue pour l'alignement des boules, et aussi pour la comparaison de la série des carrés avec celle des nombres entiers. Quant aux séries continues, ceux qui voudront approfondir ce sujet y rencontreront certainement des difficultés sérieuses ; mais ces difficultés ne tiennent pas essentiellement à la question du nombre infini ; elles proviennent de la nature même des séries continues, et ce n'est pas ici qu'il convient de les exposer ou de les résoudre.

Du reste, la réduction à l'absurde, utile pour contraindre l'esprit à accepter notre formule, n'est pas absolument indispensable. Il nous semble qu'il s'agit ici d'une de ces vérités que l'esprit reconnaît immédiatement quand il en possède l'énoncé. Aussi nous en avons souvent trouvé des traces, pour ainsi dire, fortuites dans les écrivains qui ont cherché à élucider cette question, et nous croyons en voir comme un reflet dans l'usage assez répandu de désigner, quand on le peut, le nombre infini par *une infinité*, expression plus vague qui rappelle naturellement une multitude indéterminée.

La distinction que nous cherchions, pour remplacer celle de l'infini en acte ou en puissance, est maintenant toute trouvée. C'est le nombre à la fois infini et déterminé qui est une absurdité, tandis que le nombre infini et indéterminé n'a rien qui répugne. On conçoit fort bien que Pascal ait pu dire de son côté : « Il y a un infini en nombre, mais nous ne savons ce qu'il est. » Il songeait évidemment, sans s'en rendre compte, à un nombre indéterminé. En même temps d'autres pouvaient dire avec la même conviction : Un nombre infini implique contradiction ; parce que, pour eux, *un nombre* représentait un certain nombre, un nombre déterminé. Notre distinction supprime l'équivoque. Nous verrons bientôt avec quelle facilité elle s'applique aux problèmes les plus intéressants pour les résoudre avec une entière clarté. Mais auparavant, nous croyons devoir, pour satisfaire complétement la raison, retenir encore le lecteur pendant quelques instants au milieu d'arides abstractions. Le sujet que nous traitons

a naturellement les mêmes avantages et les mêmes inconvénients que les mathématiques.

Reprenons les trois classes d'exemples déjà considérées, et montrons que les nombres infinis que nous y avons reconnus ne se présentent réellement pas à l'esprit comme des nombres déterminés.

Dans les possibles d'abord, les objets n'étant définis que par leur nature commune, ne sont pas individualisés en eux-mêmes. Il faut, pour en déterminer un ou plusieurs, un acte arbitraire de notre esprit appliqué à chacun d'eux. Mais en dehors de ceux qu'il nous plaît d'individualiser ainsi, il en restera toujours, et ceux-là seront nécessairement indéterminés. Rien d'étonnant dès lors que la collection complète se compose d'un nombre indéterminé.

Dans les séries continues, dans une ligne par exemple, si les points doivent être considérés comme existants, ils ne sont pas cependant, en tant qu'unités rangées dans la série, objectivement individualisés. Ainsi, le premier point de la ligne A B se trouve au point A. Mais le second, le troisième, le quatrième, etc. se confondent également avec le même point A. De même, chaque point de la ligne peut arbitrairement nous représenter une ou plusieurs unités consécutives de la série. On comprend donc, vu l'absence d'individualisation objective, que cette série, quoique composée d'unités existantes, puisse en renfermer un nombre réellement indéterminé.

Restent les séries discontinues; et dans celles-ci, dans celle des nombres entiers par exemple, il semble qu'il y ait une vraie difficulté. En effet, d'un côté, chaque nombre fini est une chose objectivement déterminée. Donc une collection quelconque, composée uniquement de nombres finis, ne peut renfermer qu'un nombre objectivement déterminé d'individus. Donc il faudrait en dire autant de la collection complète de tous les nombres finis, et l'on se trouverait devant ce dilemme dont les deux parties sont également fausses : ou bien les nombres finis forment une série limitée, ou bien leur nombre

est à la fois infini et déterminé. La réponse est facile. La collection des nombres finis ne peut être complète qu'à la condition de renfermer en même temps les nombres infinis; et comme ceux-ci sont essentiellement indéterminés, rien d'étonnant, de nouveau, que le nombre des objets de cette collection soit indéterminé. Il faut en dire autant pour l'exemple des nombres commensurables compris entre 1 et 2. Chaque nombre commensurable de cette collection est une chose déterminée; mais la collection ne peut être complète qu'à la condition de renfermer en même temps les nombres incommensurables; et dans cet état il n'y a plus aucune raison de lui attribuer un nombre déterminé d'unités.

Passons aux applications. Et d'abord, notre formule fondamentale n'a besoin d'aucune transformation pour trancher immédiatement une importante question relative à l'univers matériel. Le nombre des étoiles est-il fini ou infini? — Il s'agit évidemment, non des étoiles possibles, mais des étoiles existant actuellement, au moment précis où nous en parlons. L'observation n'a rien à voir dans ce problème, qu'elle est essentiellement incapable de résoudre. Notre formule le résout avec une entière certitude. En effet, il est clair que, chacune de ces étoiles existantes étant individuellement déterminée par son existence même, le nombre total à chaque instant est lui-même nécessairement déterminé. Dire qu'il ne l'est pas, ce serait dire que, à un même instant, il est flottant, indécis, changeant; ce serait dire par conséquent que parmi ses unités il y en a d'indéterminées, qui comptent et ne comptent pas, qu'on peut à la fois considérer comme existant et comme n'existant pas. Tout cela est d'une évidente absurdité, et personne n'oserait le soutenir. Or aucun nombre déterminé ne peut être un nombre infini. Il faut donc, de toute nécessité, que le nombre des étoiles, quel qu'il soit, soit un nombre fini. Les philosophes et les poètes qui, depuis Épicure et Lucrèce jusqu'à nos contemporains, ont enseigné ou chanté le contraire, n'ont donc enseigné ou chanté qu'une absurdité.

Au lieu des étoiles, mettons les atomes; le raisonnement et la conclusion resteront les mêmes : quelque grand qu'il soit, le nombre des atomes existants est un nombre fini. C'est là une vérité nécessaire, où l'expérience et l'observation n'ont rien à voir, absolument comme dans les théorèmes de l'arithmétique. Ce n'est, après tout, qu'une application immédiate d'un véritable théorème d'arithmétique.

Abordons enfin la double question qui figure au titre même de ce chapitre : l'infini dans le temps et dans l'espace.

Nous parlerons d'abord du temps et de l'espace abstraits, c'est-à-dire, considérés uniquement en eux-mêmes, tels que nous les concevons après les avoir extraits des concepts composés des phénomènes, et parfaitement isolés des autres éléments de ces concepts. C'est ainsi d'ailleurs qu'on les considère généralement en géométrie et en mécanique; de même qu'on ne considère généralement en arithmétique que les nombres abstraits. De ce temps, de cet espace nous devons dire ce que, plus haut, nous avons dit du nombre. Ce ne sont certainement ni des substances, ni des phénomènes; qu'on les appelle, si l'on veut, des abstractions; qu'on les mette, si l'on veut, fort au-dessous des substances et des phénomènes; mais qu'on ne dise pas qu'ils ne sont rien; car la géométrie et la mécanique prouvent assez clairement qu'ils ont des propriétés. De même que le nombre, ce qu'ils sont, ils le sont *nécessairement;* leur existence et toutes leurs propriétés intrinsèques sont nécessaires; elles ne peuvent pas ne pas être. Cela ne peut se dire d'aucune substance finie, ni d'aucun phénomène.

Comme le nombre, ce temps et cet espace sont illimités; seulement chacun l'est à sa manière. Le nombre entier commence à 1, ne progresse que dans un sens et n'est illimité que d'un côté. Au temps, nous ne pouvons donner pour origine qu'un instant arbitrairement choisi, et quel que soit notre choix, à partir de cet instant, le temps abstrait s'étend sans limite en deux sens opposés, le passé et l'avenir; ce

qui veut dire simplement qu'il n'y a pas dans le passé un instant avant lequel on ne puisse concevoir d'autres instants, et qu'il n'y a pas dans l'avenir un instant après lequel on ne puisse en concevoir d'autres. L'espace abstrait n'a de même aucune origine naturelle et, grâce à ses trois dimensions, il s'étend sans limite dans une infinité de sens. Nous allons voir que ces propriétés évidentes du temps et de l'espace s'harmonisent parfaitement avec notre formule sur le nombre infini.

Remarquons d'abord qu'entre deux instants déterminés il ne peut y avoir un intervalle infini, et qu'entre deux points déterminés il ne peut y avoir une distance infinie. En effet, l'intervalle de temps ou la distance ne peuvent évidemment avoir une grandeur indéterminée, c'est-à-dire, indécise. que si l'une au moins de leurs extrémités est elle-même indécise et changeante. Leur grandeur, dans les conditions données, sera donc toute déterminée. D'un autre côté, toute grandeur pouvant être exprimée par un nombre avec une unité arbitraire de la même nature, une grandeur déterminée s'exprimera nécessairement par un nombre déterminé, et une grandeur infinie par un nombre infini. Si donc l'intervalle de temps ou la distance dont il s'agit étaient infinis, ils s'exprimeraient par des nombres qui seraient à la fois déterminés et infinis ; ce qui est absurde. L'un et l'autre sont donc nécessairement finis.

On peut encore établir autrement cette proposition pour la partie relative à l'espace. Nous le ferons en raisonnant d'après les principes de la géométrie ordinaire ; mais on pourrait arriver à la même conclusion dans la géométrie non-euclidienne. Joignons par une droite les deux points déterminés A et B. Au point B élevons sur cette droite une perpendiculaire BC ayant une longueur finie quelconque, un mètre par exemple, et joignons A et C par une troisième droite. Si les deux points A et B sont déterminés, toute cette construction est nécessairement possible et le point C sera lui-même un point déterminé. Or si la droite AB avait

une longueur infinie, l'angle en C du triangle ABC serait droit, comme l'angle en B, et l'angle en A serait nul. Il s'ensuivrait que, en C et dans le voisinage, la droite AC serait rigoureusement parallèle à AB, tandis que, en A et dans le voisinage, elle se confondrait exactement avec cette même droite. Il y a là déjà une contradiction ; mais quelques esprits, trompés par certaines façons de parler qu'on emploie en géométrie, pourraient ne pas la voir. Il faut la leur faire toucher du doigt. Eh bien, ils seront bien forcés d'admettre que cette droite AC, qui en A se confond avec AB, et qui en C en est éloignée d'une distance BC doit, quelque part en un point intermédiaire D, commencer à s'en séparer. Et cependant la géométrie leur enseigne que si, d'un côté d'un certain point, deux droites coïncident exactement, elles coïncident forcément encore de l'autre côté. Il n'y a donc pas moyen de ne pas voir la contradiction. Il faut donc rejeter l'hypothèse et admettre, par suite, que la distance AB de deux points déterminés A et B est nécessairement une distance finie.

Si, au contraire, l'une au moins des deux extrémités, instant ou point, reste indéterminée; il n'y a plus aucune contradiction à admettre soit un intervalle infini, soit une distance infinie. Dans cette hypothèse, les deux raisonnements précédents deviennent inapplicables. Pour le premier, la chose est évidente. Pour le second, il suffit de remarquer que le point D, qui n'est plus renfermé entre deux points déterminés, n'est plus nécessairement lui-même un point déterminé. Dès lors, la distinction disparaît entre la partie de AC qui se trouve d'un côté de ce point, et celle qui se trouve de l'autre. La séparation des deux droites peut être censée ne se produire qu'à l'infini, en un lieu essentiellement indéterminé, et dans ces conditions elle n'a plus rien qui répugne. L'indétermination permet de regarder arbitrairement les deux portions, celle qui commence en A et celle qui arrive en C, comme appartenant à une même droite ou à des droites différentes ; tout comme, dans les séries con-

tinues, un même point, un même instant, une même position, etc. peuvent être considérés comme représentant chacun autant d'unités que l'on voudra.

Au fond, l'on pourrait souvent faire disparaître du langage la plupart des étrangetés qu'y introduit l'emploi de l'indéterminé et de l'infini ; mais souvent aussi, pour étendre à certains cas exceptionnels une formule reçue en général et parfaitement claire dans le fini et le déterminé, on trouve commode de ne pas s'interdire ces étrangetés. Les mathématiciens surtout, avec cet esprit de généralisation qui tend à grouper tous les cas possibles sous des formules sans exceptions, ce qui a bien aussi ses avantages, prennent naturellement l'habitude d'un langage qui, pour les profanes du moins, a besoin de correctifs ; mais qui en réalité, malgré sa dureté et son audace apparentes, peut être parfaitement justifié. C'est ainsi que, pour eux, deux droites parallèles, quoique restant partout équidistantes, se rencontrent à l'infini ; c'est ainsi que, malgré l'étymologie même de son nom (1), l'asymptote rencontre sa courbe à l'infini ; ainsi encore que, dans les formules de la dynamique, ils n'hésitent pas à *faire* le temps infini, soit dans l'avenir, soit même dans le passé. Ils calculent, par exemple, la vitesse actuelle d'un corps qui, parti du repos depuis un temps infini sous la seule action d'un soleil infiniment éloigné, se trouve actuellement à une distance finie de ce soleil. Sans avoir à justifier ici cette manière d'agir et de parler, nous pouvons cependant déclarer que nous la regardons comme parfaitement justifiable ; pourvu que les mathématiciens eux-mêmes ne s'y laissent pas tromper, et qu'ils sachent au besoin employer les correctifs qui ramènent leur langage à n'être que l'expression de la vérité. Déjà ce que nous venons de dire sur la distance de deux points suffit à les justifier quand ils préfèrent dire que la droite s'étend à l'infini dans les deux sens, plutôt que de la réduire, comme plusieurs voudraient

(1) Ἀσύμπτωτος, qui ne peut coïncider.

les y contraindre, à un segment fini et déterminé, susceptible d'être indéfiniment allongé par les deux bouts.

De toutes les applications la plus importante reste encore à faire; il s'agit de démontrer, comme nous le promettions dès les premières lignes de ce chapitre, que le monde matériel a eu un commencement. Une école, fort bruyante aujourd'hui, est obligée d'enseigner le contraire. L'éternité de la matière, nous disait M. Littré, est l'*axiome essentiel* du matérialisme; et il est bien entendu de part et d'autre que le mot *éternité* est employé ici dans le sens d'un temps qui n'a pas eu de commencement, car la *matière* représente les phénomènes matériels, composés de phases successives, essentiellement et évidemment incapables de cette identité permanente qui nous fait dire, par exemple, d'un théorème d'arithmétique que c'est une vérité *éternelle*. La proposition que nous allons démontrer est donc bien la contradictoire de l'axiome essentiel du matérialisme; elle suffit donc à elle seule pour renverser tout le système; et en le renversant elle ne se contente pas de montrer qu'il est faux; elle montre qu'il est absurde. La démonstration pourtant peut se faire en quelques lignes.

Un évènement passé, un phénomène matériel, par exemple, ne peut être réel qu'à la condition de s'être produit à une époque déterminée dans le passé; chacune de ses phases doit correspondre à un instant déterminé, tout comme les phases des phénomènes qui se produisent actuellement sous nos yeux. Dire qu'il s'est produit à un instant indéterminé (nous ne disons pas inconnu, subjectivement indéterminé, mais indéterminé en lui-même, objectivement, essentiellement indéterminé), c'est lui enlever toute sa réalité, c'est déclarer qu'il ne s'est jamais produit, c'est le reléguer, non parmi les fables, mais parmi les chimères et les impossibilités. Or nous avons vu que deux instants déterminés ne peuvent être séparés que par un intervalle fini. Donc entre le moment actuel et l'instant où s'est produit dans le passé un évènement réel, il ne peut

y avoir qu'un intervalle fini. Donc aucun évènement réel, aucun phénomène matériel, ne peut correspondre à un passé infini. Donc l'éternité de la matière est une impossibilité intrinsèque, un pur non-sens, et la série des phénomènes qui constituent le monde matériel a eu nécessairement un commencement.

On peut donner à la démonstration une forme plus saisissante et qui a l'avantage de ne pas renvoyer à une proposition établie précédemment. Pour l'exposer avec toute la clarté possible, qu'on nous permette de rappeler quelques notions fort élementaires sur une courbe et deux droites dont nous avons déjà prononcé le nom, l'hyperbole et ses deux asymptotes. Que ceux de nos lecteurs qui n'auraient pas poussé leurs études géométriques jusqu'aux sections coniques ne s'effraient pas; ils peuvent acquérir le nécessaire en quelques minutes. Tous les soirs, quand leur lampe, armée d'un abat-jour, se trouve dans le voisinage d'une muraille, ils peuvent voir une hyperbole dessinée sur cette muraille par le bord supérieur de l'ombre de l'abat-jour. Le point le plus bas de cette courbe s'appelle le *sommet*. Si la muraille était indéfiniment prolongée, et si la lumière de la lampe était indéfiniment augmentée, cet arc d'hyperbole se prolongerait aussi indéfiniment en montant à droite et à gauche. Qu'ils supposent maintenant une ligne horizontale tombant perpendiculairement du milieu de la flamme sur la muraille; l'extrémité de cette perpendiculaire marquera, un peu en dessous du *sommet*, ce qu'on appelle le centre de l'hyperbole. C'est en ce point que se coupent les deux asymptotes. La lampe malheureusement ne les trace pas sur la muraille; mais on peut aisément se les figurer partant du centre, montant à droite et à gauche, en dehors de la courbe elle-même et s'en rapprochant autant que possible sans la couper. On démontre fort rigoureusement et personne ne conteste le théorème suivant : A mesure que l'on s'éloigne du centre, l'hyperbole et l'asymptote voisine se rapprochent de plus en plus, c'est-à-dire que la perpendiculaire abaissée de la courbe sur la

droite devient de plus en plus petite. On peut toujours s'éloigner assez pour que cette perpendiculaire devienne aussi petite que l'on voudra ; mais elle ne devient nulle pour aucun éloignement fini ; ce n'est qu'à l'infini, pour employer le langage reçu, que la courbe et la droite se rencontrent et se confondent.

Ces notions rappelées, rien de plus facile que de répondre à la question suivante : si un point mobile parcourt l'hyperbole avec une vitesse constante, quand arrivera-t-il sur l'asymptote? — Inutile de connaître le point de départ et la valeur de la vitesse. Aucun temps fini, aucune suite de siècles ne suffira. A mesure que le temps s'écoule et que le point avance, la distance à l'asymptote diminue toujours; mais elle ne devient jamais nulle. Les mathématiciens disent bien qu'il arrivera sur la droite au bout d'un temps infini; mais comme il est impossible d'atteindre le bout d'un temps infini, ils ont eux-mêmes donné à l'asymptote un nom qui indique précisément que la *coïncidence* n'est pas possible. Cette coïncidence est un événement qui, par cela seul qu'il ne doit se produire qu'au bout d'un temps infini, ne se produira jamais. Posons maintenant le même problème en changeant, comme on dit, le signe du temps, c'est-à-dire l'avenir en passé. Demandons-nous d'abord à quelles époques le point mobile, supposé en mouvement depuis un temps suffisant, se trouvait à tels et tels points de sa course passée. La parfaite symétrie des deux côtés de notre courbe facilite la solution. Supposons, par exemple, que le point mobile soit actuellement au *sommet*, et que l'on puisse dire : dans une heure il se trouvera en A, dans deux heures il se trouvera en B, etc.; on pourra immédiatement dire : il y a une heure il se trouvait eu A', il y a deux heures il se trouvait en B', etc., en appelant A', B', etc. les symétriques de A, B, etc. sur l'autre côté de l'hyperbole. Alors, de même qu'à la question : quand se trouvera-t-il sur l'asymptote de droite ? il faut répondre : dans un temps infini, c'est-à-dire, jamais ; de même à la question : quand s'est-il trouvé sur l'asymptote de gauche? il

faut répondre : il y a un temps infini, c'est-à-dire, jamais. Après avoir compris cet exemple, l'esprit généralise clairement et sans effort, et il conclut : Un événement qui s'est produit il y a un temps infini, est un événement qui ne s'est jamais produit; et par conséquent aucun évènement réel ne remonte à un temps infini. Le plus ancien des évènements réels s'est donc produit il y a un certain temps fini et déterminé, et par conséquent le monde matériel a eu un commencement.

Comme dernière application, montrons avec la même clarté et la même rigueur que, dans l'espace illimité, le monde matériel est complétement limité, c'est-à-dire que l'on peut concevoir une surface fermée, renfermant un volume fini, en dehors de laquelle il ne se produit aucun phénomène matériel. Cela ressort évidemment, si l'on joint à ce qui précède la réflexion absolument incontestable qu'un phénomène matériel ne peut exister réellement, ne peut se produire, sans se produire quelque part, c'est-à-dire dans un endroit déterminé. Il s'ensuit, en effet, d'après ce que nous avons dit de la distance de deux points déterminés, qu'il est absurde de supposer deux phénomènes matériels séparés par une distance infinie. Or, si le monde matériel s'étendait à l'infini, ne fût-ce que dans quelques directions comme les lignes droites et les hyperboles, il y aurait des phénomènes réels séparés par des distances infinies. Donc le monde matériel est limité dans toutes les directions. Quant aux figures géométriques abstraites, dont nous venons de citer des cas particuliers, si elles ne sont pas soumises à cette loi, c'est que, par la nature même de ce qu'on appelle leur existence, elles peuvent, comme les nombres abstraits, renfermer des parties indéterminées; chacune de leurs parties est déterminable par un acte de l'esprit qui conçoit le tout; mais pour concevoir le tout, il n'est pas nécessaire de donner la détermination à toutes les parties. Au contraire, tout phénomène matériel est, de toute nécessité, déterminé en lui-même par l'existence, et le lieu qu'il occupe

est, par suite, nécessairement un lieu déterminé. C'est donc, de nouveau, un pur non-sens que de parler d'univers infini. Cette thèse n'est pas seulement fausse, elle est absurde; on peut répondre à ceux qui la soutiennent : vous faites pis que de vous tromper, vous parlez sans comprendre ce que vous dites. Ni le Dieu vivant et tout-puissant dont la vision plus ou moins claire, plus ou moins confuse, s'impose sans relâche à la raison humaine, ni la fatalité obscure et les lois inconscientes par lesquelles le matérialisme essaie en vain de le remplacer, ne peuvent donner une existence quelconque à cette chimère. Elle n'a de réel que le son des mots qui servent à l'affirmer.

Le lecteur a maintenant parcouru d'un bout à l'autre la démonstration que nous annoncions au début de ce chapitre. Il nous semble toujours qu'elle remplit parfaitement notre promesse; qu'elle est à la fois scientifique, claire et rigoureuse. Quelques-uns probablement la trouveront trop scientifique dans ses allures; ce n'est pas un défaut essentiel. Plusieurs penseront qu'elle est trop étendue pour être absolument claire. Mais il est bien facile, après l'avoir vue dans ses détails, de la resserrer dans son ensemble, de concentrer toute sa substance en une formule courte et précise. La formule que nous avons soulignée plus haut la contient, au fond, toute entière; car si l'on comprend bien que *ce qui est absurde, ce n'est pas le nombre infini, mais le nombre à la fois infini et déterminé,* rien n'est plus aisé que de porter la lumière dans chaque question particulière. L'objet en question admet-il l'indétermination, il pourra sans contradiction admettre l'infinité. Au contraire s'agit-il de choses qui ne peuvent avoir de réalité qu'à la condition d'être déterminées, aussitôt l'infinité devient absurde et contradictoire. Dans toutes les applications que nous avons faites, la voie nous a paru si naturellement, si uniformément tracée par cette courte formule, que nous craignons vraiment d'avoir, en étendant quelque peu les raisonnements, produit sur le lecteur un effet que ne recherche aucun écrivain :

L'ennui naquit un jour de l'uniformité.

Espérons que l'intérêt de plusieurs de ces applications nous aura préservés de cette infortune; en tout cas, il peut bien nous servir d'excuse.

Quant à la troisième qualité, la rigueur et même la rigueur mathématique, si elle nous fait défaut à notre insu, que nos amis veuillent bien nous le montrer; car, à vrai dire, nous n'attendons pas que dans l'école positiviste, si généralement brouillée avec le raisonnement abstrait, on fasse un moment trève d'affirmations hasardées pour essayer de nous réfuter. Nous aurions voulu pour faire ressortir la solidité de notre thèse et de sa démonstration, exposer ici les meilleurs arguments de ces adversaires; mais, il faut bien l'avouer, nous n'en connaissons pas. Le passage de M. Littré, que nous avons donné plus haut, est, croyons-nous, ce que l'école a produit de plus fort. Or, si nous le comprenons bien, il déclare que, pour attaquer notre thèse, les positivistes ne peuvent invoquer que l'observation, et que l'observation ne peut rien fournir de démonstratif. Nous sommes obligé de remonter de près d'un siècle pour trouver des arguments qui vaillent une réponse, jusqu'à la *Critique de la raison pure*, de Kant.

On sait que, dans sa *Logique transcendentale*, Kant affirme qu'il y a des conflits naturels entre les connaissances de la raison pure, et que pour le prouver il donne parallèlement, sous le nom d'antinomies, des couples de propositions opposées qu'il appelle la thèse et l'antithèse, en essayant de les démontrer toutes deux. La première des quatre antinomies roule précisément sur les deux applications principales de notre formule. Nous la transcrivons ici d'après la traduction de M. J. Tissot. (Paris, 1845).

THÈSE.

« Le monde a un commencement dans le temps, il est limité dans l'espace.

» *Preuve.* Car si l'on suppose, quant au temps, que le monde n'a pas de commencement, une éternité est donc écoulée à tout moment donné ; et par conséquent une série infinie d'états successifs des choses dans le monde, est aussi écoulée. Or l'infinité d'une série consiste précisément en ce qu'elle ne peut jamais être accomplie par une synthèse successive. Par conséquent une série cosmique passée ne peut être infinie; donc un commencement du monde est une condition nécessaire de son existence; ce qu'il fallait d'abord démontrer.

» Si maintenant nous supposons que le monde n'a pas de limite, alors le monde sera un tout infini donné de choses simultanément existantes. Or nous ne pouvons concevoir la grandeur d'une quantité qui n'est pas donnée en intuition dans de certaines limites (1) d'aucune autre manière que par la synthèse des parties, ni la totalité d'un tel *quantum*, que par la synthèse complète ou par l'addition répétée de l'unité à elle-même (2). Pour concevoir le monde comme un tout qui remplisse l'espace entier, la synthèse successive des parties d'un monde infini devrait donc être considérée comme complète, c'est-à-dire qu'un temps infini devrait être conçu dans l'énumération de toutes les choses coexistantes, comme écoulé; ce qui est impossible. Un agrégat infini de choses réelles ne peut donc être considéré comme un tout donné, par conséquent pas non plus comme donné *en même temps*. Donc un monde, quant à son étendue dans l'espace, n'est *pas infini,* mais au contraire renfermé dans ses bornes. Ce qui était la deuxième chose à démontrer.

(1) Nous pouvons percevoir un *quantum* indéterminé comme un tout, s'il est renfermé dans des bornes, sans qu'il soit nécessaire d'en construire la totalité en la mesurant, c'est-à-dire en construisant la synthèse successive de ses parties : car les bornes déterminent déjà la totalité, puisqu'elles font disparaître toute quantité ultérieure. (*Note de l'ouvrage cité*).

(2) Le concept de la totalité n'est donc, en ce cas, que la représentation de la synthèse complète de ses parties, parce que ne pouvant tirer le concept de l'intuition du tout (laquelle intuition est impossible ici), nous ne pouvons saisir ce concept que par la synthèse des parties jusqu'à l'accomplissement de l'infini, au moins en idée. *(Note de l'ouvrage cité).*

ANTITHÈSE.

« Le monde n'a ni commencement ni limite; il est au contraire infini quant au temps et à l'espace.

» *Preuve.* Car, supposez que le monde ait un commencement : puisque le monde est une existence précédée d'un temps dans lequel la chose n'est pas, un temps doit donc avoir précédé dans lequel le monde n'était pas, c'est-à-dire un temps vide. Or rien ne peut commencer d'être dans un temps vide, parce qu'aucune partie d'un pareil temps ne renferme en soi, plutôt qu'une autre quelconque, une condition distinctive de l'existence, de préférence à la condition de la non-existence (tout en supposant du reste que cette condition existe par elle-même ou par une autre cause). Plusieurs séries de choses peuvent donc bien commencer dans le monde, mais le monde lui-même ne peut avoir aucun commencement; il est donc infini par rapport au temps passé.

» Quant au deuxième cas, celui de l'illimitation dans l'espace, supposons d'abord le contraire, à savoir que le monde est limité : il se trouve alors dans un espace vide qui n'a point de bornes. Il n'y aurait par conséquent pas seulement un rapport des choses *dans l'espace*, mais aussi des choses *à l'espace*. Mais comme le monde est un tout absolu, hors duquel il n'y a pas d'objet d'intuition, et par conséquent pas de corrélatif du monde, avec lequel le monde soit en rapport, alors le rapport du monde à l'espace vide serait un rapport du monde *à aucun objet*. Mais un tel rapport, par conséquent la limitation du monde par l'espace vide, n'est rien. Le monde n'est donc point limité quant à l'espace; c'est-à-dire qu'il est infini en étendue (1). »

Pour être complétement exact, nous avons dû citer les

(1) L'espace est la simple forme de l'intuition extérieure (intuition formelle), mais pas un objet réel qui puisse être extérieurement perçu. L'espace, avant toutes les choses qui le déterminent (le remplissent ou le circonscrivent), ou plutôt qui donnent une *intuition empirique* d'accord avec sa forme, et qu'on appelle l'espace absolu, n'est que la simple possibilité des phénomènes exté-

deux parties de cette antinomie. De la *thèse* nous dirons simplement qu'elle pourrait être mieux établie. Nous comprenons sans peine qu'à côté d'une pareille *preuve* il reste encore dans l'esprit quelque place pour l'*antithèse* ; et si cette juxtaposition regrettable, si ce *conflit* existait dans la raison du philosophe allemand, ce n'est qu'un phénomène individuel, que les conditions où il s'est produit ne permettent pas d'étendre à l'humanité toute entière. Mais ce n'est pas de ce conflit qu'il faut ici nous occuper. Examinons la preuve de l'antithèse.

Dans la première partie nous accordons volontiers le commencement, à savoir qu'il y aurait *un temps vide* ; mais nous rejetons tout ce qui suit. Voici, réduit en syllogisme, le raisonnement de Kant : Pour qu'une chose commence à exister, il faut que le temps où elle commence renferme une condition distinctive de l'existence. Or un temps vide ne peut renfermer une pareille condition. Donc rien ne peut commencer à exister dans un temps vide. Notez que ce raisonnement a eu des admirateurs qui se moquaient de la scolastique. Mais si nous demandons qu'on en prouve la majeure, ni le maître ni les disciples n'ont rien à répondre. C'est, paraît-il, une vérité évidente. Que signifie-t-elle donc? Qu'est-ce que cette condition distinctive de l'existence ? Est-ce la cause efficiente ? Est-ce la raison suffisante? Est-ce le motif capable de déterminer la puissance créatrice ? On ne le dit pas. Dès lors, quelle valeur, quelle force démon-

rieurs en tant qu'ils peuvent exister en soi, ou s'ajouter encore à des phénomènes donnés. L'intuition empirique n'est donc pas composée de phénomènes et de l'espace (de la perception et de l'intuition vide). L'un n'est pas le corrélatif synthétique de l'autre, mais l'un est seulement uni à l'autre dans une seule et même intuition empirique, comme matière et forme de cette intuition. Veut-on placer l'un de ces éléments de la connaissance externe hors de l'autre (l'espace en dehors de tous les phénomènes), il en résultera toutes sortes de déterminations vaines de l'intuition externe, qui ne sont pas cependant des perceptions possibles ; par exemple un mouvement ou un repos du monde dans un espace vide infini, détermination du rapport de deux choses entre elles qui ne peut jamais être perçue, et qui est par conséquent le prédicat d'un pur être de raison. *(Note de l'ouvrage cité).*

strative peut avoir un argument aussi indéterminé ? Mieux vaut cent fois pour entraîner l'esprit ne lui offrir, comme font les positivistes, qu'une bonne affirmation sans preuve. Si pourtant l'on veut bien nous permettre une conjecture, nous dirons que, à notre avis, on peut exprimer ainsi cet obscur argument : Pour que le monde commençât à un certain instant, il faudrait que cet instant fût préféré à tous les autres ; et par conséquent il faudrait une raison à cette préférence. Nous ne pouvons cependant trouver cette raison dans la nature du temps ; parce que dans un temps vide chaque instant vaut les autres. — Soit, répondons-nous, vous ne pouvez la trouver là, cherchez ailleurs ; et si vous ne la trouvez pas, gardez-vous de conclure qu'elle n'existe pas. Connaissez-vous donc si bien la nature divine du Créateur ? Il est rare, nous le savons, qu'on puisse être sûr de comprendre ce que Kant a voulu dire ; mais si nous l'avons deviné dans ce passage, on conviendra sans peine que sa *preuve* est insuffisante, et que la première partie de l'antithèse est encore à prouver.

Quant à la seconde partie, elle est plus compréhensible ; mais elle est, comme argumentation, d'une faiblesse vraiment incroyable. Remarquons d'abord que Kant est ici le jouet d'une erreur que nous avons signalée plus haut. De ce que l'espace abstrait n'est ni une substance, ni un phénomène, il ne s'ensuit pas qu'il n'est rien ; car enfin la géométrie qui n'étudie que l'espace, étudie bien quelque chose. Mais peu importe ; on accorderait tout ce qui précède la conclusion, qu'il serait encore impossible de conclure. Voici en effet le canevas de ce raisonnement : Dans l'hypothèse, il y aurait un certain rapport qui, dans un certain sens, reviendrait à rien ; donc l'hypothèse doit être rejetée. Et à supposer même que cet argument me paraisse logique, comment pourra-t-il me convaincre ? Au moment de me prononcer, ne suis-je pas forcé de résumer ainsi la situation : D'un côté, la limitation de l'univers, qu'elle soit vraie ou fausse, est une chose que je conçois très facilement et très nettement ; Kant lui-même, jusque dans son antithèse, m'en

parle comme un homme qui la conçoit tout aussi bien que moi. D'un autre côté, s'il m'en parle, c'est pour me soutenir qu'il est absolument impossible de la concevoir. Il marche en niant le mouvement. Pour le confondre je n'ai pas à me déranger ; il suffit de le laisser faire. Voilà certes une antinomie qu'il n'a pas recherchée, et qui pour n'être pas dans la raison pure, n'en est pas moins décisive.

Les deux thèses que nous avons eues principalement en vue dans ce chapitre, à savoir que le monde matériel a eu un commencement dans le temps et qu'il est entièrement limité dans l'espace, doivent maintenant être regardées, non-seulement comme établies, mais encore comme inattaquables. Une démonstration directe les a établies clairement et rigoureusement ; l'examen des arguments qu'on a pu trouver contre elles,depuis deux mille ans qu'on les nie, nous montre indirectement qu'elles sont inattaquables.

La question des lois générales de l'univers, que nous étudierons au chapitre suivant, nous obligera de nouveau à les considérer l'une et l'autre, et fera particulièrement ressortir l'importance scientifique de la seconde. Pour terminer le chapitre actuel, nous n'avons plus qu'à affirmer, comme conclusion de la première, la création du monde matériel. Au point où nous sommes arrivés, cette simple affirmation est légitime et suffisante ; car M. Littré lui-même nous accorde que « pour l'esprit moderne en son état actuel, il n'y a pas d'autre alternative, » c'est-à-dire que si la matière n'est pas éternelle, « il faut qu'elle soit créée; » qu'admettre pour elle un commencement, c'est admettre « la création, c'est-à-dire, la production hors du néant. » Il est vrai que, pour échapper aux « fourches caudines de cette dichotomie, » il se fonde sur « l'incapacité psychique ; » mais c'est là une pauvre fin de non-recevoir qu'il n'essaie pas même d'expliquer. Mieux vaut, paraît-il, renier les lois de la raison, que d'admettre le Créateur. Dernière et humiliante apostasie ! On a rejeté la foi au nom de la raison, et l'on aboutit à rejeter la raison parce qu'elle est d'accord avec la foi.

Si nous écrivions un traité philosophique ou théologique sur la création, nous devrions, au lieu de terminer ici, considérer tout ce qui précède comme une simple entrée en matière. De ce que les phénomènes ont eu un commencement, il faudrait conclure à la création des substances ; il faudrait ensuite montrer que la création des substances implique un Créateur d'une puissance infinie, substance nécessaire et éternelle ; il faudrait écarter du concept de la création les erreurs panthéistiques qui s'y glissent aisément, et pour un traité théologique nous aurions en outre à considérer les rapports de la création avec le dogme de la S. Trinité, et à discuter plus d'un passage obscur dans les écrits des anciens pères. Mais toutes ces questions, étant en dehors de la zone où la science confine à la philosophie, sortiraient de notre programme et nous devons nous les interdire.

Rentrons donc sur notre véritable terrain. Après ce que nous avons dit dans les deux chapitres précédents sur le rôle prépondérant de la mécanique dans la connaissance du monde matériel, et sur l'importance de ce qu'on appelle l'état initial dans les questions de dynamique, on conçoit la sublime grandeur du problème qui se pose actuellement devant nous, quand nous considérons l'état véritablement *initial* de l'univers. Dans cette masse immense où les atomes vont se mouvoir, il n'y a encore aucune forme qui se dessine. Pour nous c'est le chaos ; mais nous savons qu'une intelligence y a déposé les germes de l'avenir ; que le Créateur c'est la Providence, et que l'esprit de Dieu plane sur l'abîme pour le féconder. Aussi le plan divin commence à s'accomplir, le temps en étale désormais toutes les phases successives. Les soleils de concentrent, les planètes s'animent, la créature intelligente apporte le concours prévu de sa liberté. Oh ! sans doute, l'ensemble du plan nous échappe, et presque tous les détails sont pour nous des mystères. Mais enfin nous en devinons quelque chose, et nous avons intérêt à connaître le rôle que nous y remplissons. Ce sera le sujet du chapitre suivant.

I. Carbonnelle, S. J.

BIBLIOGRAPHIE.

I.

Le P. Eug. Desjardins : *Encore Galilée!* Pau, 1877, in-8°. — E. Wohlwill : *Ist Galilei gefoltert worden? Eine kritische Studie;* Leipzig, 1877, in-8°. — J. Bertrand : *Article du Journal des Savants*; octobre 1877 — H. de l'Épinois : *La question de Galilée, les faits et leurs conséquences;* Paris, 1878, in-12. — Dr Fuchs : *Ueber das Leben und die Werke Galilei's;* Bonn, 1878, in-8°. — L. Terrier : *Galilei; Vortrag gehalten* u. s. w.; Bâle, 1878, in-8°. — L. Combes : *Galilée et l'Inquisition romaine;* Paris, 1876, in-12.

L'opuscule du R. P. Desjardins appartient à la littérature militante. Écrit avec une verve excitée par les nombreux mensonges, les injustices flagrantes dont la vie de Galilée est depuis longtemps le thème, avec le désir ardent de rétablir la vérité historique et de fermer la bouche au préjugé populaire, ce volume témoigne aussi de beaucoup de lecture, d'une connaissance étendue des publications récentes relatives à Galilée et à son procès. Ce sont surtout M. Mézières et M. Berti que le P. Desjardins a pris à partie, sans manquer toutefois l'occasion d'en sermonner d'autres, même des amis.

Après avoir rappelé un certain nombre d'ouvrages, de date relativement récente, dont les auteurs se sont proposé d'élucider en tout ou en partie ce drame mystérieux, l'auteur exprime l'opinion que les textes publiés par M. Berti doivent mettre fin à toute controverse. De plus, ces textes rapetissent beaucoup le caractère du savant florentin et réduisent sa valeur scientifique. Mais la passion que la plupart des écrivains, que M. Mézières et M. Berti entr'autres, apportent dans le débat, leurs con-

naissances insuffisantes du côté théologique, ne leur permettent pas de tirer de justes conséquences des documents authentiques.

Abordant à son tour les questions soulevées par ce procès, le P. Desjardins traite de la compétence scientifique du Saint Office au temps de Galilée, des raisons qui lui ont imposé l'examen du système de Copernic et dicté sa détermination. D'après lui, les excursions de Galilée dans le domaine biblique ont été la seule cause de l'intervention ecclésiastique. Après avoir justifié les Congrégations romaines, l'auteur explique comment l'antagonisme entre les systèmes philosophiques de Platon et de Pythagore qui faisaient alors irruption en Italie, et l'Aristotélisme d'autre part, ont bien pu rendre plus déplaisantes les attaques de Galilée contre ce dernier, mais il n'admet nullement qu'on puisse « attribuer aux susceptibilités péripatéticiennes l'initiative et la plus large part dans la condamnation de Galilée. » Vient ensuite une discussion fort développée des textes de l'Écriture Sainte opposés au système de Copernic, de leur autorité dans ce débat et de la latitude admissible dans leur interprétation, de la probabilité scientifique du système condamné au XVIIe siècle et de celle qu'il présente aujourd'hui. Enfin, le R. P. Desjardins examine la portée dogmatique des décrets de 1616 et 1633, la question de la torture qu'il n'hésite pas à trancher négativement d'après la correspondance de Niccolini, les actes du procès et les règles ordinaires de l'Inquisition; puis, pour conclure, les effets que la condamnation de Galilée peut avoir exercés sur le développement des sciences dans le monde catholique. Sur ce dernier point, son opinion se résume dans ces lignes : « Je le dirai donc sans hésiter, en appuyant mon affirmation sur les faits incontestables, que loin d'entraver en rien les élans de la science, le procès de Galilée a été fort utile à ses développements, surtout à une époque où le droit à la liberté et à l'indépendance s'exagérait jusqu'à devenir le droit à la licence et à la révolte. Cette condamnation inspira aux savants une sage circonspection, etc... »

Nous n'ajouterons à cette analyse qu'un petit nombre d'observations.

1° L'auteur dit (p. 69) que « dans le double procès de Galilée, aucune des sentences émanées du Saint Office ne portait la confirmation du Souverain Pontife » et plus loin (p. 71), que « Paul V et Urbain VIII n'intervinrent dans les décrets par aucun acte officiel » et que « cette absence de la sanction pontificale dans une sentence du Saint Office portée sur un point de doctrine est un fait exceptionnel. » Si le P. Desjardins comprend dans les pièces dont il parle, comme cela est probable d'après sa citation de Bellarmin, le décret de l'Index qualifiant le système de Copernic de *faux et absolument opposé à la Sainte Écriture*, il est dans le vrai en ce qui concerne une confirmation *publique*, la seule qui pouvait engager l'infaillibilité papale; mais dans ce cas l'absence d'une telle sanction n'est pas un fait exceptionnel. Quant à une confirmation officielle, mais secrète, nous savons qu'elle a eu lieu (1).

2° Le point sur lequel le P. Desjardins, avec raison, porte toute son

(1) « ... relato decreto Congregationis Indicis, quod fuerunt prohibita et suspensa respective scripta Nicolai Cupernici etc.., SSmus ordinavit publicari

attention et auquel il consacre les plus grands développements, c'est l'appréciation des décrets contre Copernic au point de vue si grave des rapports entre la foi et la science. Sa thèse, qui s'écarte de celle de beaucoup d'auteurs catholiques, sera mieux exposée par un certain nombre de citations. « L'Église, en s'immisçant dans une question scientifique, n'est pas sortie des bornes de sa divine mission (p. 25). » A la vérité « les théories astronomiques de Galilée... en elles-mêmes, et dans leur énoncé, ne renfermaient au point de vue strictement théologique, rien de contraire à l'orthodoxie la plus rigoureuse (p. 28), » mais si Galilée fut condamné, c'est parce qu'il formulait « dans l'intérêt de sa cause, des règles d'exégèse que ne pouvait approuver l'orthodoxie (ibid.), » et cela, dans les lettres au P. Castelli et à la duchesse de Lorraine. Là, en effet, « il s'efforçait bien à tort de justifier sa conduite par l'autorité de S. Augustin, de S. Jérôme et même de S. Thomas, » et par l'application arbitraire des règles de l'exégèse « à quelques passages des Livres Saints, *contrairement à l'opinion constante et unanime des Pères*, pour le succès de sa cause (p. 33). » Dès lors, « le débat était porté plus haut, et le Saint Office avait mission pour intervenir. Il s'agissait de substituer dans quelques passages de l'Écriture Sainte, au sens littéral *enseigné par l'unanimité des Saints Pères*, un sens figuré et métaphorique (p. 33), » ce que l'on eût fait sans difficulté en présence d'une démonstration solide du mouvement de la terre, mais, « dans l'état de simple hypothèse où était alors la question scientifique soutenue par Galilée,... la prétention... était suspecte, téméraire, et comme telle devait être réprimée (p. 34). » Sans doute, les progrès de la science ont fait voir que le Saint Office s'est trompé, mais « s'ensuit-il qu'il eut tort de censurer et de proscrire ces nouvelles théories? Nullement. Il devait au contraire arrêter l'expansion d'une doctrine que l'insistance, la réputation et l'éloquence de Galilée rendaient plus dangereuse (p. 35). » A cause de ces dangers, « il fut d'abord interdit à Galilée de mêler des questions d'Écriture Sainte aux questions astronomiques; puis, comme il se montra récalcitrant, on lui interdit même tout enseignement de son opinion (p. 36). »

Après avoir développé ces différents points, l'auteur conclut qu'en discutant la cause portée à leur tribunal, les membres de l'Inquisition s'acquittèrent d'un devoir; en jugeant d'après l'état de la science à leur époque, ils firent acte d'équité; » en prenant la défense des vrais principes dans l'interprétation biblique, et de ce qui était regardé... comme l'intérêt de la science, ils firent un acte de prudence et de sagesse. Tout homme impartial, tout esprit libre de préjugés doit donc louer leur conduite... On peut non seulement justifier la conduite du Saint Office, mais on doit même louer la sagesse, l'équité de ce tribunal dans la procédure de Galilée (pp. 42-43). »

Revenant plus à fond sur cette controverse, le P. Desjardins affirme que, le mouvement de la terre n'étant pas démontré, on ne pouvait s'écarter, d'après les règles de l'exégèse, du sens littéral de la Bible, et

edictum... hujusmodi suspensionis et prohibitionis respective. » Gherardi, *Il Processo...*, p. 29.

que ce sens littéral était inconciliable avec le système de Copernic. « Or, la conclusion naturelle, nécessaire de ce double fait était la qualification, le rejet, la condamnation des propositions astronomiques de Galilée, du moment que l'intérêt de la vérité, le mouvement des esprits, la sollicitude pour l'intégrité de la doctrine, les soumettraient au jugement du Saint Office (p. 46)... » « Les membres du Saint Office, appelés par leurs fonctions à se prononcer, ne pouvaient donc, sans s'écarter des règles de la prudence et de la sagesse, porter un autre jugement (p. 52). »

Et en vertu de quels principes ? Parce que, encore une fois, le système de Copernic était en opposition formelle avec le sens littéral de la Bible, et que « *tous les Saints Pères*, tous les commentateurs de l'Écriture, tous les exégètes grecs et latins *étaient unanimes* dans l'interprétation littérale de ces textes (p. 54). » Or, « on ne pourrait, sans tomber dans l'hérésie, rejeter le *consensus unanimis Patrum* déclarant la vérité de la parole divine, et déterminant le sens tantôt littéral, tantôt métaphorique donné par Dieu à sa parole (p 56). » L'auteur n'admet donc nullement la distinction posée sur ce point par Galilée et maintenue par le cardinal Gousset, M. Reusch et tant d'autres, entre les choses *fidei et morum* et les choses indifférentes à la foi. L'explication littérale de la Bible condamnait le système de Copernic : « Or, ce sens littéral avait en sa faveur le *consensus unanimis patrum*. Il était donc, de l'avis des plus éminents théologiens, dans la catégorie des choses de foi *ratione dicentis*... Un système astronomique... s'affirmant sans preuves suffisantes comme réalité physique, contrairement aux Saintes Écritures dont le sens était défini et déterminé par l'accord unanime des Saints Pères, devait être rejeté et condamné comme contraire à une vérité de foi *ratione dicentis* et par conséquent comme faux et absurde *a priori* au point de vue philosophique (p. 58). » En effet, ce système n'était pas dans la catégorie des vérités scientifiques démontrées, et ensuite « l'unanimité des Pères donnait un *sens clair et précis* aux passages allégués de l'Écriture (p. 59). »

Les conséquences logiques de ces vues de l'auteur sont évidemment celles-ci :

1° Puisque le Saint Office ne pouvait éviter de porter un jugement sur le système astronomique de Galilée, et puisque, les circonstances étant ce qu'elles étaient, il devait nécessairement, d'après les règles catholiques et dans l'intérêt bien entendu de la religion et de la science, décider comme il l'a fait, il s'ensuit qu'à l'avenir dans un cas analogue (ce qui ne pourra manquer d'arriver), dans le cas d'un conflit apparent entre des vérités scientifiques encore mal assises et des textes bibliques d'une interprétation difficile, sans aucun rapport avec les vérités de foi, le Saint Office devra nécessairement suivre la même conduite que dans l'affaire de Galilée. C'est-à-dire, ne point se borner à suspendre toute décision ou tout changement aux interprétations du texte sacré tant que les doctrines scientifiques ne seront pas mieux établies, mais les déclarer « fausses et absolument opposées à la divine Écriture (1), » de façon à les

(1) « Falsam illam doctrinam Pythagoricam, divinæque Scripturæ omnino adversantem... » Décret du 5 mars 1616.

dépouiller d'avance, aux yeux des chrétiens, de toute probabilité. Sans doute, il pourra arriver plus tard, « par l'épanouissement naturel de la science, comme parle le P. Desjardins, que des éléments nouveaux d'information viennent éclairer la conscience des juges » et les obliger à retirer leurs défenses; mais alors, de deux choses l'une : ou ce progrès sera le résultat des recherches scientifiques des catholiques, qui auront manqué à leur devoir de soumission en poursuivant un but interdit à leurs efforts par la plus respectable autorité (1); ou bien, comme ç'a été le cas pour le mouvement de la terre, cet « épanouissement naturel de la science » se fera en dehors des catholiques et en dépit de leurs protestations, et nous demandons ce que les adversaires de l'Église pourraient dire de plus fort contre son influence civilisatrice.

2° S'il est vrai, comme il est impossible d'en douter, que dans l'interprétation littérale ou métaphorique des textes de l'Écriture, le consentement unanime des Pères constitue une règle dont il n'est pas permis de s'écarter; s'il est vrai que dans le cas soulevé par Galilée ce *consensus unanimis Patrum* était décisif en faveur du sens littéral, et attribuait une signification claire et précise aux passages allégués de l'Écriture; si la doctrine de Galilée dans sa lettre à Christine (lettre qui n'a jamais été censurée), savoir, que les Saints Pères n'ont pu avoir pour but de discuter le sens de l'Écriture Sainte dans ces matières étrangères à l'objet de la foi, est opposée aux principes de l'exégèse, nous ne voyons pas qu'il soit permis, même aujourd'hui, d'admettre comme réel le mouvement de la terre. Car le *consensus* des Pères n'a pas cessé d'être ce qu'il était au temps de Galilée, et les découvertes de la science ne sauraient infirmer une vérité de foi, puisque le vrai ne saurait être opposé au vrai.

M. Émile Wohlwill s'est fait une spécialité des hypothèses excentriques sur le procès de Galilée. C'est lui, on s'en souvient, qui mit au jour en 1870 cette belle idée d'un faux procès-verbal du 26 février 1616, intercalé en 1632 dans le dossier du Vatican (V. la *Revue*, t. II, p. 129). Aujourd'hui que la croyance à l'application de la torture contre Galilée, depuis longtemps abandonnée par les historiens sérieux, est devenue absolument insoutenable en présence des documents publiés, M. Wohlwill consacre un volume de deux cents pages à la ressusciter.

Tout le monde sait que c'est vers 1770, c'est-à-dire cent quarante ans après le procès, que quelques écrivains italiens (Targioni, Frisi, Nelli) mentionnèrent pour la première fois le bruit que Galilée avait été mis à la question; encore le déclaraient-ils invraisemblable. Ce silence absolu, gardé sur un point si grave et pendant si longtemps par les amis, les disciples de Galilée et les adversaires de l'Inquisition, est assez significatif pour que M. Wohlwill consacre son premier chapitre à en chercher la raison. Elle est claire, d'après lui : toute histoire sincère de Galilée a été impossible jusqu'au milieu du XVIIIe siècle, à cause de la terreur inspirée par l'Inquisition, mais ce que l'on a commencé à écrire

(1) C'est ce que semble accorder le P. Desjardins (pp. 32 et 93).

alors se disait sans doute tout bas depuis longtemps (qu'en sait-il?). D'ailleurs, n'avait-on pas sous les yeux le texte de la sentence où il est dit que Galilée a subi un *rigoureux examen*, expression que tout le monde interprétait comme signifiant la torture, et quel besoin était-il d'un témoignage plus irrécusable que la déclaration même de ses juges? — M. Wohlwill ne voit pas que l'argument se retourne contre lui : nous l'avons remarqué ailleurs, ce témoignage-là remonte à 1633; les nombreux amis de Galilée en France, en Allemagne, en Hollande, les Diodati, les Bernegger, les fra Micanzio, les Hortensius, que l'Inquisition ne gênait guère et dont plusieurs étaient protestants, ont eu sous les yeux cette sentence, ce texte prouvant sans réplique que Galilée avait été torturé. Comment se fait-il que, dans leurs diatribes contre les juges de Galilée, il ne se trouve pas un mot qui respire ce soupçon?

Continuant son historique, M. Wohlwill constate qu'après la publication, en 1773, de la fameuse correspondance entre Niccolini et la cour de Toscane, ce soupçon tomba tout à fait, les égards bienveillants dont on y voit Galilée entouré d'un bout à l'autre de son procès ayant paru une réfutation suffisante des bruits qui avaient couru au sujet de la torture. Venturi, et presque tous les écrivains du commencement de ce siècle jusqu'à Biot et M. Albèri, puisèrent dans cette correspondance des arguments jugés sans réplique; personne ne faisait plus attention au « *rigorosum examen* ». Ce fut Libri qui, en 1841, et plus tard dans son *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, ramena la discussion sur ce texte, et s'appuyant sur des passages du *Sacro Arsenale* de Pasqualone (qu'il ne citait pas) et sur d'autres documents, prétendit démontrer que l'examen rigoureux et la torture n'étaient qu'une seule et même chose.

Cette expression de « rigoureux examen », tant exploitée par Libri, forme aussi la base essentielle de toute l'argumentation de M. Wohlwill; c'est à elle qu'il en revient toujours, comme à une redoute inexpugnable; c'est sur elle qu'il s'appuie pour contester les démonstrations les plus fortes en sens contraire, dès qu'elles paraissent en contradiction avec ce texte fondamental (1). Il commence par examiner deux citations du *Sacro Arsenale* sur le sens de cette expression, mal rendues par Mgr Marini, et les commentaires sur le même objet de M. de l'Épinois, de M. von Gebler, de M. Madden. Il résulte, il est vrai, des recherches faites par ce dernier, dans les 77 volumes des Archives de l'Inquisition romaine actuellement à Dublin, que dans tous les procès verbaux d'interrogatoires le mot « torture » est le seul employé, jamais celui de « rigoureux examen »; mais il n'en est pas ainsi, assure M. Wohlwill, du texte des sentences; la torture y est toujours désignée par la dernière expression,

(1) Voici le passage, tel que le donne Riccioli : « Cum vero nobis videretur non esse a te integram veritatem pronunciatam circa tuam intentionem, judicavimus necesse esse venire ad *rigorosum examen* tui, in quo (absque præjudicio aliquo aliorum, quæ tu confessus es, et quæ contra te deducta sunt supra, circa dictam tuam intentionem) respondisti catholice. » *Almagestum novum*, t. II, p. 499.

comme le prouvent les documents édités par MM. Gibbings, Libri, etc... C'est, on s'en souvient, l'argument de M. Berti (1).

Mais M. Wohlwill va recourir aux sources. Il raconte, au chapitre II, qu'il a pu se procurer ce rarissime *Sacro Arsenale* de Pasqualone, ou plutôt de Masini, sorte de recueil officiel des règles, procédures et formules pour les procès, les interrogatoires et les sentences devant les tribunaux du Saint Office. Après quelques pages consacrées à établir l'autorité indiscutable de ce Manuel dans les opérations inquisitoriales, « en sorte qu'on peut hardiment l'utiliser comme une source précieuse pour la signification des termes au temps de Galilée, » il y recherche la citation de Mgr Marini, sur laquelle nous reviendrons; il observe que dans toute la sixième partie les mots « *esamina rigorosa* » et « *esamina nella tortura* » sont employés indifféremment l'un pour l'autre; que l'expression de « rigoureux examen » manque dans l'index, et que tout ce qui s'y rapporte est indiqué sous le vocable « *tortura;* » qu'enfin, dans les nombreuses formules pour les sentences, la torture n'est jamais désignée autrement que par « *rigoroso esame.* » Sa conclusion est formelle : les preuves les plus décisives établissent l'identité complète des deux choses désignées, dans la langue de l'Inquisition, par *rigoureux examen* et par *torture* (2). Nous discuterons tantôt la valeur de ces preuves.

Toutefois, cette expression ne s'employait guère que dans les formules de sentences, car, nous l'avons remarqué ailleurs et M. Wohlwill l'avoue, dans les ouvrages d'Eymeric, de Pegna, de Carena, c'est à peine si on la rencontre une fois ; encore est-elle citée de Masini.

Mais la simple menace de la torture ne constituait-elle pas aussi un examen rigoureux? M. Wohlwill distingue : Non, dit-il, s'il s'agit d'une simple menace verbale *(territio verbalis)*; oui, s'il s'agit d'une menace dans la salle du supplice et en présence des instruments de torture *(territio realis)*, car, d'après les jurisconsultes du temps, cette dernière était assimilée à la torture véritable dont elle formait l'effrayant prologue. Après quelques citations, dont une, qui est décisive, empruntée au *Sacro Arsenale*, l'auteur conclut : « S'il n'existe au point de vue juridique aucune différence entre la terreur et la torture, et si d'autre part la synonymie des expressions « examen rigoureux » et « interrogatoire avec torture » doit être considérée comme établie, il semble à peine douteux que la sentence pût aussi parler d'un *rigorosum examen* lorsque le juge trouvait convenable de ne pas aller au delà de la menace en présence des instruments du supplice, ou lorsque les préparatifs faits dans la salle de la question suffisaient pour arracher un aveu au coupable (3). » Quant à la « réponse catholique » et à la clause « *sine praejudicio aliquo*, etc..., » M. Wohlwill y voit des confirmations de sa manière d'interpréter le texte de la sentence.

(1) V. la *Revue*, t. I, p. 392.

(2) « *Examen rigorosum* und *examen in tortura* sind demnach identisch. » P. 22.

(3) *Ist Galilei* etc., p. 28.

Au chap. IV, l'auteur discute une partie des raisons alléguées avant la publication des pièces du procès, pour combattre le soupçon dont il s'agit. Il explique le silence de Galilée et de Niccolini sur ce point dans leurs lettres, par le serment qui obligeait l'accusé à se taire sur ce qui se passait dans les interrogatoires; par la disparition d'une grande partie de la correspondance de Galilée. Quant aux égards, aux bontés prodigués à Galilée, d'après la correspondance de l'ambassadeur, aux visites encourageantes du P. Commissaire et des Cardinaux, à la permission de séjourner au palais de l'ambassade et non dans les cachots du Saint Office, à cette mitigation constante que nous observons dans le procès, des rigueurs dont l'Inquisition usait envers les coupables, M. Wohlwill ne ne voit dans tout cela qu'une pure hypocrisie. Urbain VIII voulait par là ménager le Grand Duc de Toscane, endormir sa vigilance et assouvir plus sûrement sa vengeance sur le pauvre vieillard. Plus, en apparence, le savant a été ménagé, plus nous sommes autorisés à penser qu'on s'en est dédommagé dans le secret en lui infligeant la torture; enfin, ce soupçon a acquis un nouveau degré de vraisemblance depuis que, par une découverte dont nos lecteurs connaissent la valeur, M. Wohlwill a prouvé que tout ce procès n'a été qu'une machination des Jésuites basée sur un document apocryphe (1).

Mais le fait que, trois jours après la torture supposée, Galilée a été conduit par Niccolini à la villa Médicis sans qu'aucune trace fût visible sur sa personne, et que, le 6 juillet, il faisait à pied plusieurs lieues en se rendant à Sienne? — Cela ne prouve rien, dit M. Wohlwill; les règles de l'Inquisition admettaient, recommandaient même une torture modérée pour les personnes délicates; on peut supposer qu'on n'aura pas poussé les choses à l'extrême. — Enfin, il y a ces textes nombreux, clairs, décisifs, dont nous avons cité une partie (2), d'après lesquels la règle constante de l'Inquisition s'opposait à ce que l'on appliquât la question aux vieillards maladifs et décrépits. Eh bien, dans tous ces textes, M. Wohlwill ne voit que l'exception par laquelle la décision était laissée à la conscience de l'inquisiteur *dans les cas douteux*; — comme si le cas pouvait être douteux pour Galilée, âgé de 69 ans, accablé d'infirmités, affligé d'une hernie intestinale! M. Wohlwill parle de cet accident; il n'ose pas y voir, comme Libri, une preuve à l'appui de son hypothèse; le certificat des médecins est là; — mais il n'y trouve pas non plus une objection, parce que, dit-il, il y avait d'autres moyens d'appliquer la torture lorsque le patient ne pouvait supporter celle de la corde.

S'étant ainsi débarrassé assez lestement de ce qui le gêne, M. Wohlwill s'empresse de revenir « des hypothèses douteuses et des probabilités insoutenables aux faits établis, » c'est-à-dire à l'examen des pièces décisives du procès, le décret rendu le 16 juin 1633 par le Pape et par la Congrégation Suprême (3), et le procès-verbal du dernier interrogatoire de Galilée,

(1) V. la *Revue*, t. II. p. 129, et t. III, p. 282.
(2) V. la *Revue*, t. I, p. 396.
(3) V. la *Revue*. t. I, p. 389.

celui du 21 juin sur l'*intention* (1). Ce sont là, en effet, les documents essentiels, ceux dont l'absence a pu laisser subsister quelque doute sur le point qui nous occupe, mais dont la publication récente devait, pour tout le monde, trancher la question dans le sens de la négative.

Le décret du 16 juin est « un des plus importants sur cette question. » Nous sommes aussi de cet avis, et nous demandons pourquoi M. Wohlwill reproduit cette pièce d'après le texte défectueux de M. Berti, et non d'après les corrections qu'y a apportées M. Sante Pieralisi en 1876, corrections que MM. de l'Épinois et von Gebler ont depuis confirmées. Cela lui permet de se moquer agréablement du « *cautus* » de M. de l'Épinois et des efforts de traduction auxquels se sont livrés cet historien, MM. Martin, Gebler, Berti, etc., pour sortir du « *ac si sustinuerit.* » Il s'appuie, pour les combattre, sur le résumé en langue italienne à la fin du dossier, mais il y laisse de côté le mot le plus essentiel, négligé par M. Berti et rétabli par M. Pieralisi (2). Puis vient une longue discussion sur le mot « *sustinuerit,* » où l'on finit par accorder d'assez mauvaise grâce qu'il pourrait bien signifier « rester inébranlable » et non pas « supporter la torture, » mais où l'on assure en même temps que l'expression est trop forte pour se rapporter à une simple menace verbale. Bref, d'après M. Wohlwill, le décret du 16 juin ne jette aucune lumière sur le problème. Comme toute cette argumentation repose, on le sait, sur deux textes tronqués, et que les vrais textes, aujourd'hui connus, sont parfaitement clairs et excluent absolument l'hypothèse de M. Wohlwill (3), nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Mais reste le document le plus embarrassant : c'est ce procès-verbal du 21 juin (4) dont la teneur et la fin contredisent formellement toute supposition, non-seulement d'une peine corporelle réelle infligée à Galilée, mais même de cette « *territio realis* » qui semble à M. Wohlwill le minimum des exigences de la critique. Il l'avoue : « La clôture de l'interrogatoire révèle que le Commissaire général s'est borné à une menace verbale; de plus, nous trouvons ici l'interprétation légitime du décret du 16 juin, puisque le procès-verbal constate que tout cela se fait suivant l'ordre donné, « *in executionem decreti.* » On croira que M. Wohlwill recule? Bien au contraire; il entame une campagne de plus de soixante-dix pages pour prouver, par mille arguties, la non-intégrité du manuscrit du procès, la soustraction de pièces importantes et accusatrices, la substitution relativement récente d'un *faux* procès-verbal du 21 juin, afin de tromper le public, à celui qui renfermait sans aucun doute les détails de l'attentat accompli par l'Inquisition sur la personne de l'illustre et malheureux vieillard. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces prétendues altérations, qui donnent en ce moment la fièvre à tous les critiques de l'Allemagne.

(1) Ibid., p. 390.
(2) V. la *Revue*, t. I, p. 395.
(3) V. la *Revue*, t. III, p. 280.
(4) Voir la *Revue*, t. I, p. 391.

La conclusion de M. Wohlwill se devine. Le problème historique « *Galilée a-t-il été torturé?* » reste ouvert; aucun document certain ne prouve le contraire, ceux qu'on invoque sont falsifiés; tous sont primés par une pièce officielle, la sentence de 1633, qui déclare que l'on a exposé le savant au *rigoureux examen*, c'est-à-dire à la torture, ou tout au moins à une menace terrible en présence des instruments du supplice. L'histoire n'a donc que le choix entre ces deux dernières hypothèses; la simple menace verbale à laquelle on a voulu réduire les cruautés du Saint Office envers Galilée, est une invention insoutenable.

Tel est le livre de M. Wohlwill. On comprend que nous n'en puissions entreprendre ici une réfutation dans tous les détails; il faudrait un volume, car il n'est pas une ligne où l'on n'ait à relever quelque hypothèse gratuite. Sa méthode, en effet, consiste à bâtir sur une donnée arbitraire un système imaginaire, et à s'appuyer ensuite sur ce fantôme pour nier les choses les plus évidentes. On nous accordera du moins que pour renverser toute l'histoire il faut autre chose que des *possibilités*, des *soupçons*, des rêves. C'est pourquoi nous nous bornerons, comme pour sa fameuse thèse de 1870, à montrer le néant des deux ou trois arguments qui forment la pierre angulaire de son système, laissant les autres se dissiper d'eux-mêmes par leur propre inconsistance.

Allons donc droit au point essentiel de l'argumentation, à ce fameux « *examen rigorosum* » par lequel il bat en brèche des faits indiscutables : « En face de ce témoignage imposant, dit-il, on ne trouve pas dans la volumineuse littérature galiléenne une tentative sérieuse quelconque pour établir, sur des données positives empruntées aux écrivains de l'Inquisition, l'interprétation opposée à la nôtre que l'on a souvent formulée sur le sens du *rigorosum examen* (1). » Eh bien, n'en déplaise à M. Wohlwill, nous croyons avoir, dans cette *Revue* même, produit une preuve décisive émanant d'une source autorisée, de la non synonymie des expressions « examen rigoureux » et « torture. » C'est le texte emprunté à l'ouvrage du P. des Loix (2), texte également important par sa netteté, par sa date (1628) qui touche à celle du procès de Galilée, par ses auteurs, les Cardinaux du Saint Office, dont plusieurs ont signé la sentence de 1633 invoquée par M. Wohlwill. J'espère qu'on ne peut désirer des commentateurs plus compétents de l'expression dont il s'agit; on me permettra donc de reproduire ici ce passage. Dans la lettre où ils instituent le P. des Loix inquisiteur à Besançon, les Cardinaux détaillent longuement et avec une extrême précision les facultés et pouvoirs concédés à leur agent, entr'autres, « d'instruire et de procéder contre les fauteurs d'hérésie, leurs sectateurs, etc..., et en présence d'indices légitimes, de les saisir et faire mettre en prison, et dans les cas où la justice

(1) « Diesem wichtigen Zeugniss gegenüber fehlt in der bändereichen Galilei-literatur ein jeder ernstliche Versuch, die vielfach ausgesprochene abweichende Ansicht über den Begriff des Examen rigorosum auf bestimmte Nachweise aus den Schriftstellern der Inquisition zu begründen. » P. 14.

(2) Voir la *Revue*, t. I, p. 393.

le requiert, de les *soumettre à l'examen rigoureux*, et de les *faire torturer* (1), et enfin en observant les règles prescrites, de porter une sentence canonique, etc... » Ou les Cardinaux ont répété deux fois exactement la même chose, ou la signification des mots « *examen rigorosum* » n'est pas adéquate à celle du terme « *tortura*, » et c'est ce que nous prétendons. Sans doute, l'*examen rigoureux* pouvait comprendre la torture, qui en était le degré supérieur et le terme ordinaire, et voilà pourquoi les expressions des auteurs semblent favoriser leur synonymie; mais ce mot pouvait désigner la menace de la torture en face des instruments servant à l'appliquer : c'est ce que M. Wohlwill concède, parce qu'un texte de Pasqualone ne permet pas d'équivoque là-dessus (2); il pouvait désigner enfin, c'est là qu'est le débat entre M. Wohlwill et nous, une simple menace dans la salle des interrogatoires ordinaires, comme celle qui fut faite à Galilée. Aucun des textes tirés par M. Wohlwill et par Libri du *Sacro Arsenale* ne prouve davantage, même les plus explicites; tel est celui de Mgr Marini : « L'accusé ayant nié les délits qui lui sont imputés et ceux-ci n'étant pas pleinement prouvés, si dans le terme assigné pour sa défense il n'est pas parvenu à établir quelque chose pour se disculper, ou si, sa défense faite, il n'a pas purgé complétement les indices qui résultent contre lui du procès, il est nécessaire, pour en tirer la vérité, d'en *venir contre lui au rigoureux examen, puisque l'on a précisément inventé la torture* pour suppléer à l'insuffisance des témoins quand ceux-ci ne peuvent apporter preuve entière contre l'accusé (3). » Et cet autre : « Il convient parfois de continuer ou de répéter la *torture*, et pour ce motif, les juges devront alors, à la fin du premier *examen rigoureux*, faire écrire par le notaire etc. (4). »

La torture était donc souvent désignée par ces termes d'*examen rigoureux*, mais cela prouve-t-il que l'expression n'avait pas un sens plus étendu? Le *Sacro Arsenale* lui-même va nous servir à justifier notre interprétation. Dans cet ouvrage (5), la deuxième partie (pages 14-208) a pour objet les règles à suivre pour entamer les procès, interroger les témoins, examiner les coupables, etc. : « *Del modo di formare*

(1) « ... et prout juris fuerit rigoroso examini subjici, et torqueri faciendi, et demum servatis servandis, etc. » *Speculum Inquisitionis Bisuntinæ*, p. 30.

(2) « Il reo, che solamente condotto al luogo della tortura, o quivi spogliato, oppure anco legato, senza pero esser alzato confessa, dicesi aver confessato ne' tormenti, e nell' esame rigoroso. » *Sacro Arsenale*, p. 442.

(3) *Sacro Arsenale*, p. 263.

(4) *Sacro Arsenale*, p. 282.

(5) *Sacro Arsenale ovvero pratica dell' Uffizio della Santa Inquisizione, coll' inserzione di alcune regole fatte dal P. Inquisitore Tommaso Menghini domenicano e di diverse annotazioni del dottore Gio : Pasqualone, fiscale della Suprema Generale Inquisizione di Roma, etc.* Rome, MDCCXXX, in-4°. — Nous citons d'après cette édition, postérieure à celle qu'a consultée M. Wohlwill.

i processi ed esaminare i Testimoni ed i Rei. » Dans cette partie du livre se trouvent un grand nombre de formules et d'exemples pour ces interrogatoires ; on y voit l'accusé (ou ses complices) invité, pressé de dire la vérité, « *ut veritatem fateatur libere,* » quelquefois même menacé d'être retenu en prison, mais *pas une seule fois*, et ceci est très frappant, *la menace de la torture ne figure* parmi les moyens employés par le juge pour l'obliger à un aveu. Lorsqu'on ne peut rien en obtenir, le notaire inscrit seulement la formule « *et cum nihil aliud posset haberi, dimissus fuit*, etc...,» et cette formule termine l'interrogatoire ; mais le mot de *torture* n'est pas prononcé une seule fois devant l'accusé.

Au contraire, dans la 6e partie, intitulée « *Del modo d'interrogare i Rei nella Tortura,* » et qui débute par le passage cité plus haut, dès les premières lignes du modèle de procès-verbal relatif à cet examen rigoureux dont parle l'auteur, nous rencontrons la sommation d'avoir à dire la vérité, avec menace de la torture sous deux formes différentes, exactement comme dans le procès-verbal de l'interrogatoire du 21 juin (1). Cette menace étant supposée sans effet, le procès-verbal consigne la délibération qui doit être prise avant de soumettre l'accusé à la question ; puis le transport de celui-ci dans la salle de la torture, la dernière sommation qui lui est réitérée au moment d'appliquer la question (ce que M. Wohlwill appelle *territio realis*), et enfin l'exécution du décret par l'emploi de la torture. Voilà bien les trois degrés dans l'usage des moyens de rigueur pour obtenir la confession de l'accusé : menace verbale dans le lieu des interrogatoires ordinaires ; injonction plus pressante en face des appareils de la torture; application de celle-ci.

Nous demandons à tout homme de bonne foi si la concentration de ces trois moyens juridiques au chapitre qui traite de l'examen rigoureux, alors qu'il n'est pas *une seule fois* fait usage du premier degré dans le chapitre consacré aux interrogatoires ordinaires, ne prouve pas clairement que, dans la pensée du rédacteur de ces pièces, la simple menace verbale était déjà considérée comme un des termes de l'examen rigoureux ?

Mais M. Wohlwill a trouvé un texte établissant clairement que « la première sommation sous menace de torture n'a jamais été considérée comme faisant partie du « *rigorosum examen.* » Ce texte, le voici, traduit par lui : « Quand un accusé ne donne que des réponses vagues et fuyantes, il est nécessaire d'employer contre lui l'*examen rigoureux*, pour en tirer une réponse absolument parlant, ou une réponse précise, satisfaisante, suffisante, mais il faut *auparavant* lui adresser les admonitions convenables et le menacer de la corde. » « Ainsi, dit triomphalement l'auteur, le juge doit menacer de la torture avant de procéder à l'examen rigoureux ! » Malheureusement, cette conclusion n'est obtenue que par une altération du texte, qui, pour tout lecteur sincère, dit précisé-

(1) « Nisi se resolvat dicere veritatem, contra eum devenietur ad remedia juris et facti opportuna... Contra eum devenietur ad torturam. » *Sacro Arsenale*, p. 265.

ment le contraire de ce qu'en tire M. Wohlwill : « Il est nécessaire de procéder contre lui à l'examen rigoureux, dit le *Sacro Arsenale*, pour avoir une réponse précise et satisfaisante; *mais il convient* PREMIÈREMENT *de lui adresser les remontrances de droit, et* APRÈS CELA *de le menacer de la corde.* » La suppression d'une virgule et du mot « *appresso,* » évidemment placé là par opposition avec « *prima,* » a changé entièrement le sens (1). On comprend qu'ensuite l'on accuse les Congrégations romaines de « falsifications. »

Nous n'ajouterons plus qu'une réflexion importante. Dans la 8e partie du *Sacro Arsenale* se trouvent rassemblées les diverses formules pour la terminaison des procès devant le Saint Office, sentences, abjurations, rétractations, etc... Toutes les sentences contre les accusés *de levi, de vehementi* ou *de violenti* (2) renferment, en des termes identiques à ceux que nous lisons dans la sentence contre Galilée, la mention que l'accusé a été soumis au rigoureux examen : « E parendo a noi, che tu non avessi detta interamente la verità, giudicassimo... esser necessario venir contro di te al rigoroso esame, nel quale costituito etc... » Et cependant, rien dans ce qui accompagne ces formules ne spécifie si le condamné a été réellement mis à la question; qu'en faut-il déduire, sinon qu'il y avait là une simple formule générale, appliquée sans doute dans tous les cas d'abjuration, qu'il y eût eu torture ou non, et de laquelle en tout cas il est impossible de conclure, d'une manière même probable, si l'on a employé la torture matérielle ou une simple menace?

Le second point sur lequel M. Wohlwill insiste longuement, ce sont les prétendus remaniements perpétrés après coup dans le dossier du Vatican, et en particulier, la suppression de la fin du procès-verbal relatif à l'interrogatoire du 21 juin, où se serait trouvé mentionnée l'application de la torture. Partant de son explication du « rigoureux examen » comme d'une chose sans réplique, M. Wohlwill se livre à toutes les suppositions, scrute tous les détails, et ne voit pas un pli du papier qui ne soit gros de falsifications abominables. Nous pouvons bien laisser de côté les arguments qui reposent sur des erreurs matérielles (M. Wohlwill n'a connu qu'après coup le nouveau travail de M. de l'Épinois), et aussi tout ce qu'il imagine sur la façon dont la fraude a *pu* s'effectuer, pour examiner les *preuves* qu'il prétend donner à l'appui de cette hypothèse. Voici les principales : 1° Il existe, entre les dossiers de 1616 et de 1633, quatre feuillets blancs

(1) Voici le texte italien, suivi de la traduction de M. Wohlwill : « ... Il perche fa di bisogno venir contro di lui a rigoroso esame per averne risposta assolutamente, o risposta precisa, soddisfattoria, e sufficiente; ma convien *prima* fargli le debite ammonizioni, ed *appresso* minacciargli la corda. » *Sacro Arsenale*, p. 286. — « ... So ist es nothwendig, gegen ihn zum esamina rigorosa zu schreiten, um überhaupt eine Antwort oder eine genaue, genügende und ausreichende Antwort zu erlangen, *aber zuvor muss man* ihn in gebührender Weise ermahnen und ihn mit dem Seil bedrohen. » *Ist Galilei* etc., p. 24.

(2) Suspicione hæreseos.

numérotés 383-386, là où tout indique qu'il devait se trouver des documents écrits; donc, soustraction. Nous répondons d'après le tableau, dressé par M. von Gebler, des pages tenant ensemble, que ces quatre feuillets blancs ne sont que les secondes moitiés des folios numérotés 356-353, c'est-à-dire des *quatre premiers feuillets de l'interrogatoire du P. Caccini* en 1616. Leur présence est donc toute simple : le cahier sur lequel on inscrivait les actes du procès de 1616 ne s'est pas trouvé rempli, il est resté quatre feuilles blanches qui, naturellement, ont séparé le premier dossier du second.

2° Il y a aussi quelques pages blanches, dans le dossier de 1633, entre l'avis des consulteurs et le décret du 16 juin : nouvelle matière à soupçon. Rien de plus simple pourtant. D'après le tableau cité, les avis des consulteurs forment des cahiers spéciaux, intercalés dans le manuscrit du procès à leur place naturelle; celui qui renferme les observations de Pasqualigo forme un cahier composé des fol. 442-451, en sorte que 451 et 442 sont deux moitiés d'une même feuille, etc.; mais comme le manuscrit du consulteur n'est rempli que jusqu'au milieu du fol. 447 r°, il s'ensuit qu'il reste plusieurs pages blanches à la fin du cahier, fol. 447 v°, 448 r° et v°, etc., et sur le verso du feuillet 451, le dernier, on a inscrit l'ordre pontifical du 16 juin relatif à l'interrogatoire sur l'intention. Y a-t-il là rien qui ne soit naturel?

3° Mais où les soupçons abondent, c'est sur le procès-verbal même du 21 juin, qui occupe les fol. 452 r° et v°, et la moitié du fol. 453 r°. Cette dernière demi-page, d'après M. Wohlwill, a été introduite plus tard par l'intercalation d'une nouvelle feuille, comme remplaçant un vrai procès-verbal qui relatait la torture. Cette intercalation est la condition *sine qua non* de l'hypothèse (1). Les traces de ce remaniement se voient 1° dans une lacune que présente, immédiatement après le procès-verbal, le manuscrit, car on n'y voit relatées ni la sentence, ni l'abjuration de Galilée; 2° dans le désordre des annotations qui viennent après ce procès-verbal sur le dossier, savoir, le décret du 30 juin prescrivant l'expédition de la sentence à l'Inquisiteur de Florence et la réclusion de Galilée à Sienne (fol. 453 r°); la notification de cet ordre faite à Galilée au Monte Pincio par le Commissaire général (fol. 453 v°); puis, seulement après, la pétition de Galilée demandant à retourner à Florence, et enfin une nouvelle annotation résumant l'ordre du 30 juin (fol. 453 bis et fol . 454). Cette singulière confusion n'indique-t-elle pas, ainsi que des contradictions sur lesquelles nous reviendrons, qu'on a surchargé après coup de notes incohérentes la feuille introduite, pour faire croire à la continuité du manuscrit?

A tout cela, il y a d'abord une réponse péremptoire, et c'est encore le tableau Gebler qui nous la fournit : les fol. 452 et 453 sur lesquels se trouve l'interrogatoire du 21 juin, la pièce capitale, sont respectivement

(1) « Es muss demnach, wenn eine Beseitigung stattgefunden hat, ein neues Blatt statt des alten eingeschaltet und auf dieses — das jetzt mit 453 bezeichnete — der letzte Theil des einleitenden Verhörs übertragen sein. » P. 163-

les secondes moitiés des fol. 414 et 413, contenant le commencement du premier interrogatoire de Galilée à son arrivée à Rome, le 12 avril 1633, c'est-à-dire, proprement, les premiers actes du procès. Le procès-verbal du 21 juin n'a donc pu être falsifié que si l'on a remplacé du même coup les pages 413 et 414; autant vaudrait dire que tout le manuscrit actuel est une collection de documents faux, ajustés par des maladroits (1).

Examinons les indices. La prétendue lacune n'existe pas : l'abjuration de Galilée a eu lieu à la Minerve, non au palais de l'Inquisition; le procès-verbal de cette cérémonie ne pourrait donc se trouver qu'aux archives du couvent de la Minerve (2). D'ailleurs tout le monde sait, et M. Wohlwill l'avoue, que les sentences et abjurations formaient, dans les archives du Saint Office, une série spéciale, distincte de celle des *Processus*.

Quant au prétendu désordre des pièces qui suivent le procès-verbal suspecté, si l'on écarte ce qui repose sur des erreurs de M. Wohlwill, il n'y reste rien que de très naturel et de régulier. Sur le reste de la page 453 r°, on a annoté les décisions prises, dans la séance de la Congrégation le 30 juin, concernant la publication de la sentence et la relégation de Galilée à Sienne (3). Sur le verso de cette page, on a inscrit l'acte de notification à Galilée, et le cahier s'est trouvé rempli. Mais un document officiel restait, la pétition de Galilée, en suite de laquelle le Pape avait commué la peine de la prison en un exil à Sienne; il a donc fallu le placer à la suite, bien que, dans l'ordre logique et chronologique, il précédât la décision du 30 juin; et sur le revers de la seconde page, suivant l'usage constant que nous voyons observé dans les pièces de ce genre, le notaire inquisitorial a rappelé la réponse faite, c'est-à-dire la décision du 30 juin. Nous demandons s'il se peut rien imaginer de plus net, de moins propre à exciter le soupçon?

Nous en dirions autant d'une prétendue contradiction que M. Wohlwill croit trouver entre une lettre de Niccolini et les documents cités plus haut; elle ne repose que sur une confusion, volontaire ou non, entre le décret du 30 juin prescrivant à Galilée de se rendre à Sienne chez l'archevêque, qui lui transmettra les ordres de la Congrégation (probablement, de se retirer là dans quelque couvent), et la grâce accordée par le Saint Père, sur les instances de l'ambassadeur, que Galilée puisse résider chez l'archevêque lui-même, un de ses meilleurs amis.

Enfin, M. Wohlwill trouve un indice suspect dans l'absence, au procès

(1) On en arrive là, du reste, en Allemagne, comme nous le verrons plus loin.

(2) « Feria IV die 22 junii 1633. — Galilæus de Galilæis Florentin. Abjuravit de vehementi in Congregatione etc. juxta formulam etc... » Gherardi, *il Processo*, p. 32.

(3) « Præterea pred° Galileo relegato in Palatio Magni Ducis Etrurie in Urbe, fecit gratiam d^e relegationis, et mandavit illum relegari Senis, quo recto tramite se conferat et in p° accessu se præsentet coram Archiepo (*sic*) d^e civitatis et prompte exequat. quidquid ab eo injunget. et a d^a civitate non discedere sine licentia Sac. Cong. » *Ms. du Procès*, fol. 453 r°.

verbal du 21 juin, de la clause imposant le silence à l'accusé sous serment, clause qui se retrouve dans tous les interrogatoires précédents (1). Ici, le *Sacro Arsenale* nous fournira la réponse. Que M. Wohlwill veuille bien se donner la peine de feuilleter ce livre. Il verra que cette clause finale, qui ne manque jamais dans les modèles d'interrogatoires *ordinaires* de la seconde partie, *ne figure pas une seule fois*, au contraire, dans les procès-verbaux de *rigoureux examen* qui remplissent la sixième section.

On est honteux, véritablement, de traîner une discussion dans de si misérables minuties, et nous en demandons pardon à nos lecteurs. Mais enfin, il le faut pour montrer à quelles chicanes, à quels abus de l'imagination descendent certains critiques lorsque, forcés par l'évidence des faits et des documents authentiques, ils ne veulent pourtant pas abandonner leurs fausses positions. Quoi qu'ils fassent, avec quelques balances qu'ils pèsent les ratures, les oublis, les incorrections dont ne manque pas le manuscrit du Vatican, toute base rationnelle leur fait défaut pour établir cette accusation de la torture, pour ébranler la vérité assise sur cet ensemble de preuves si parfaitement concordantes : les lettres de l'ambassadeur Niccolini, le silence des amis et des contemporains de Galilée, les règles de l'Inquisition exemptant de la torture les vieillards infirmes, le décret si explicite du 16 juin, le procès-verbal de l'examen *de intentione* du 21 juin, la vraie signification du « *rigorosum examen.* »

Nous ne pouvons quitter M. Wohlwill sans relever deux points encore. D'abord, sa déconvenue en trouvant dans les *Pièces du Procès* de M. de l'Épinois, au moment même où son livre paraissait, la réfutation radicale de quelques-uns de ses meilleurs arguments, basés sur la publication imparfaite de M. Berti. Aussi, dans une *post-préface*, se hâte-t-il d'accuser M. de l'Épinois de complicité avec l'Inquisition, et d'exprimer le vœu qu'un historien impartial et compétent le contrôle dans l'examen du manuscrit (2). C'est jouer de malheur : au moment même, paraissait l'ouvrage de M. von Gebler, d'accord sur tous les points avec celui de M. de l'Épinois, et fournissant même, on l'a vu, de nouveaux moyens pour combattre les thèses de M. Wohlwill.

Enfin, en cherchant des armes dans le *Sacro Arsenale*, comment n'y a-t-il pas trouvé la condamnation de son livre de 1870? Ces deux mots « *successive ac incontinenti* » sur lesquels s'était fondé M. Wohlwill pour créer une contradiction entre l'ordre papal du 25 février 1616 et le procès-verbal du 26, et pour contester l'authenticité de celui-ci; ces deux mots, on les rencontre un grand nombre de fois dans le *Sacro Arsenale*, et leur signification y est très claire. C'est une formule que le notaire plaçait en tête du procès-verbal d'un interrogatoire ou d'une autre opération, lorsque la séance faisait suite immédiatement à une autre, sans

(1) « Impositum silentium sub juramento. »

(2) « Eine Untersuchung der Handschrift durch einem sachverständigen, unbefangenen Historiker bleibt daher nach dieser Veröffentlichung wünschenswerth, wie zuvor. » Wohlwill, p. XI.

que le tribunal se fût séparé (1). Au fol. 378 du Ms. du Vatican, elle signifie donc simplement que la séance dans laquelle le Commissaire du Saint Office a intimé l'ordre à Galilée, a succédé immédiatement à celle dans laquelle Bellarmin lui avait communiqué ses exhortations : elle n'implique aucune conséquence sur la durée de celle-ci ni sur ce qui s'y est passé.

La question des « falsifications » dans le manuscrit du procès de Galilée est, du reste, plus que jamais à l'ordre du jour, surtout en Allemagne, et surtout chez les écrivains qui n'ont jamais vu le manuscrit. M. Cantor, M. Wohlwill et le Dr Scartazzini, compromis par leurs témérités antérieures, se distinguent dans cette polémique ; c'est à qui fera les suppositions les plus ingénieuses pour démontrer la fraude et expliquer comment elle a dû s'effectuer. M. von Gebler, quoiqu'il maintienne son opinion sur l'inexactitude du procès verbal du 26, sur sa prétendue contradiction avec celui du 25, et qu'il aille jusqu'à reproduire sa *fausse* traduction du document du 3 mars 1616 (2) comme un argument en faveur de cette opinion ; quoiqu'il ne reconnaisse plus à un historien sérieux le droit de s'appuyer sur le document du 26 février 1616, se charge cependant de répondre à toutes les subtilités des critiques cités plus haut. Il se moque du Dr Scartazzini qui, trouvant un désordre complet dans le dossier, se charge d'y rétablir l'ordre primitif et d'y reconnaître, « à la lueur de la lampe de son cabinet de Soglio, » les mesures prises pour insérer le faux document sans introduire de nouvelles pages ; il lui demande ce que serait devenue dans ces remaniements la vieille pagination (949-992) qui date certainement de la première composition du dossier de 1616. Au Dr Cantor, dont les combinaisons reposent sur une certaine page arrachée du manuscrit, M. von Gebler fait observer que les larges morceaux qui subsistent de cette page indiquent chez l'auteur de ces remaniements une stupidité plus qu'étonnante, même chez des agents de l'Inquisition, et que la susdite page, selon toute appparence, n'était que la feuille servant de titre au dossier du second procès. Quant à M. Wohlwill, qui s'escrime armé d'une loupe sur la reproduction photographique des pièces des 25 et 26 février 1616, donnée par M. de l'Épinois, et qui, *après dix tentatives inutiles*, a fini, la onzième fois, par découvrir certains indices de l'intervention d'une main étrangère, une écriture plus penchée, moins de lettres dans chaque ligne, etc., M. von Gebler lui répond, avec beaucoup de sens, qu'après avoir lui-même examiné longuement le manuscrit à la loupe avec tous les soupçons possibles, il a dû finir par n'y reconnaître aucune espèce de traces de falsifications quelconques. Mais nous ne sommes pas au bout, et il faut s'attendre à voir ce malheureux dossier, qu'on a tant reproché au gouvernement pontifical de cacher sous le boisseau, expier entre les dents de la critique anti-religieuse le désappointement que sa publication a causée à celle-ci.

(1) V. par exemple, *Sacro Arsenale*, pp. 59, 68, 99, 101, 121. 281, etc.

(2) V. la *Revue* de juillet 1877, et l'*Allgemeine Zeitung* d'Augsbourg, du 25 février 1878.

M. J. Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a publié autrefois sur Galilée, dans la *Revue des deux mondes*, un travail remarquable et généralement impartial. Dans le numéro d'octobre 1877 du *Journal des Savants*, il rend compte de la publication des pièces du procès par MM. Berti (1876) et de l'Épinois (1877) et insiste particulièrement sur la mise au jour par M. Berti, de ce *résumé* placé au début du manuscrit, résumé écrit selon toute probabilité pour servir de rapport à la Congrégation en juin 1633, car il s'arrête dans le récit des faits au 10 mai de cette année.

L'éminent géomètre examine aussi, d'après les nouveaux textes, l'hypothèse de la torture, qu'il continue à considérer comme insoutenable, mais sans insister sur les véritables leçons du décret du 16 juin et du résumé final, quoique sur ce point M. de l'Épinois, « très désireux, il est vrai, d'atténuer les torts du Saint Office, » ait été beaucoup plus exact que M. Berti, « qui semble attentif à la seule vérité. » M. Bertrand admet pleinement les idées de M. Berti : « Le doute est donc impossible, dit-il; l'examen rigoureux, dans le langage de l'Inquisition, c'est la torture. » Si Galilée a échappé à cette épreuve, c'est grâce à la faveur du P. Macolano; il a été « mis en présence des instruments du supplice, mais la cruauté s'est arrêtée là. M. Berti le croit et le prouve. » C'est un peu trop de confiance; aucun des écrivains qui ont approfondi la question, même M. Wohlwill, n'admet plus les explications de M. Berti dont nous avons montré la faiblesse. Or, c'est le cas de dire comme M. Bertrand : « Pour trancher définitivement une question aussi célèbre et aussi obstinément controversée, on ne saurait être trop rigoureux et trop précis. »

M. Henri de l'Épinois, auquel la science historique est si redevable en ce qui concerne les affaires de Galilée, vient de lui rendre un nouveau service en présentant, dans un petit volume d'une agréable lecture, le résultat condensé de ses recherches persévérantes sur ce sujet depuis bien des années. *La question de Galilée* est un excellent ouvrage, le meilleur, à notre avis, que puissent lire les personnes désireuses d'avoir sur ce célèbre procès des idées nettes, justes, sages, solidement établies. Le mémoire remarquable dont M. de l'Épinois avait fait précéder sa première publication des pièces du procès, en 1867, se trouve ici refondu, développé, complété sur plusieurs points très importants, et purgé de quelques inexactitudes au point de vue scientifique, excusables chez un écrivain dont les travaux spéciaux avaient eu jusque là un objet fort différent de l'astronomie. Préparé par une étude profonde des documents originaux, l'auteur est plus en état que personne « de réviser tout le débat et de faire entendre, s'il se peut, au milieu du bruit des passions, une parole calme, impartiale, qui contienne véritablement un enseignement historique. »

M. de l'Épinois a adopté un mode d'exposition très recommandable. Son ouvrage est divisé en deux parties. La première est un récit des faits, de la jeunesse et des études de Galilée, de son professorat à Padoue, de ses découvertes physiques et astronomiques, de sa lutte contre la philosophie d'Aristote appliquée aux sciences naturelles, des hostilités qu'elle

souleva contre lui dans le monde savant et religieux, et enfin de ses deux affaires vis-à-vis du Saint Office. Récit sobre, constamment appuyé de preuves bien choisies empruntées aux sources, à la correspondance de Galilée, aux écrits de ses contemporains ou de ses disciples, aux documents consignés dans les manuscrits du Vatican.

Après avoir ainsi préparé le lecteur par une connaissance exacte de l'enchaînement des faits, M. de l'Épinois lui offre, dans sa seconde partie, une série de dissertations d'un haut intérêt et d'une érudition solide sur les points les plus controversés. Galilée a-t-il été mis à la torture? Est-il vrai que le Pape Urbain VIII se soit irrité contre le savant parce qu'il se serait reconnu dans le personnage de Simplicio? Que faut-il penser du procès-verbal du 26 février 1616 et de la défense faite alors à Galilée par le Saint Office? Les Congrégations romaines, en s'engageant dans les débats soulevés par le système de Copernic, ont-elles agi régulièrement, prudemment? Et étant admis qu'elles ne pouvaient faire autrement, comment peut-on expliquer leur décision? dans quelle mesure doit-on la justifier ou l'excuser? Ces décisions de Rome en 1616 et 1633 ont-elles une portée quelconque contre la doctrine catholique de l'infaillibilité du Pape? Quelle était leur autorité réelle sur la conscience des fidèles? Enfin, la condamnation de Galilée a-t-elle eu sur le progrès des sciences cette influence néfaste que relèvent si amèrement les adversaires du Saint Siége, et en particulier, a-t-elle déterminé cet affaissement intellectuel dont l'Italie a été le théâtre du XVIIe au XVIIIe siècle?

Tous ces points sont traités avec autant de modération que de connaissance sérieuse du sujet; l'auteur adopte sur chaque question la solution qui nous semble la plus impartiale et la plus solidement démontrée, il l'appuie des meilleures preuves apportées par d'autres écrivains et en ajoute de fort bonnes tirées de ses propres recherches. Nous ne saurions trop recommander cette partie de l'ouvrage.

L'opinion de M. de l'Épinois sur le problème de la torture est celle que nous avons soutenue plus haut, et sa connaissance des sources lui permet de suivre pas à pas l'hypothèse contraire, de montrer sa contradiction avec les correspondances du temps, les règles de l'Inquisition, les documents du procès, tels que les pièces du 16 juin et du 21 juin 1633.

Sur le second point, il conclut comme nous : « S'il paraît certain que Galilée n'a pas eu l'intention de se moquer du Souverain Pontife, il faut convenir que les apparences étaient contre lui. Si Urbain VIII ne crut pas être ainsi désigné, plusieurs ont pu être persuadés qu'il l'était. Ce bruit a été mis en circulation et souvent répété par des personnes intéressées à aigrir les rapports entre le Pape et Galilée. »

Après avoir réfuté avec sagacité et autorité les hypothèses hasardées de MM. Wohlwill et Gebler sur la pièce du 26 février 1616, M. de l'Épinois examine soigneusement la question de Galilée au point de vue des rapports entre la science et la foi, et la traite, à notre sens, avec justesse et précision. Il constate que la marche des événements n'a guère permis au Saint Office de s'abstenir dans la controverse entre Galilée et ses adversaires, du moment que le débat s'égara sur le terrain de l'exégèse.

Mais comment la décision des juges fut-elle si éloignée de celle que les doctrines de saint Augustin et de saint Thomas auraient dû leur inspirer, alors même, ce qui était fort excusable, qu'ils auraient été dans l'erreur sur le système de Copernic? C'est parce qu'ils crurent, de très bonne foi, que la religion et la Sainte Écriture étaient menacées par ces doctrines nouvelles, opinion que les troubles religieux d'alors tendaient à confirmer, mais dont le principal soutien fut le préjugé péripatéticien, qui régnait dans les écoles théologiques. M. de l'Épinois, et avec grand raison à notre avis, n'adopte donc pas ici l'idée du R. P. Desjardins, qui fait nulle la part de ces entraînements d'école : « On ne se représentera jamais assez, dit M. de l'Épinois, la force de ce despotisme péripatéticien tel que, sauf d'illustres mais rares exemples, il dominait les esprits. Le jésuite Andrès l'a fort bien rappelé lorsqu'il a écrit : « L'excessif respect pour Aristote et ses commentateurs tint pendant beaucoup de siècles l'esprit humain comme dans les fers... » Le tribunal, composé de cardinaux entourés par des théologiens vieillis dans l'école, n'a pu rompre ces chaînes... Il a cru d'une part qu'une attaque contre Aristote était une attaque contre la religion, à ce point qu'un consulteur de la congrégation, le P. Inchofer, qui remit des mémoires sur l'affaire de Galilée, nomme Képler, Lansberg, Galilée, opposés à Aristote, des contempteurs de la religion (1). » « Les esprits étaient tellement aveuglés par l'engoûment pour Aristote, que les péripatéticiens foudroyaient leurs adversaires en invoquant précisément l'autorité des paroles du grand évêque d'Hippone... Le décret de 1616, visé également par l'arrêté de 1633, apparait comme un épisode dans l'histoire de la lutte du système péripatétieien contre les principes scientifiques, chaque jour de plus en plus élucidés. » Et M. de l'Épinois conclut : « En résumé, le tribunal de l'Index s'est trompé, puisque la doctrine astronomique qu'il a déclarée fausse a été démontrée vraie, puisque l'Écriture Sainte qu'il a déclarée être contraire à cette doctrine n'y est réellement pas opposée, on le sait très bien aujourd'hui. Les membres du tribunal se sont trompés sur le fond de la question, voilà leur erreur; ils ont suivi leurs opinions péripatétieiennes, voilà la cause de leur entraînement; ils ont cru au danger que la théorie nouvelle devait par voie de conséquence faire courir à la science et à la religion dont les causes restaient unies dans leurs préoccupations, voilà la raison de leur jugement. »

Il est peut-être un point sur lequel nous n'irions pas aussi loin que M. de l'Épinois. Dans ses derniers chapitres, il combat avec beaucoup d'érudition et de sens les exagérations ridicules répandues dans la presse radicale sur les funestes effets du procès de Galilée, et qui se résument dans cette phrase : « Cette fatale vengeance effraya les successeurs de Galilée et retarda les progrès de la philosophie. » Il montre très bien par d'innombrables faits, que les sciences astronomiques et physiques ne cessèrent pas d'être cultivées en Italie au XVIIe siècle, et que la décadence signalée plus haut eut d'autres causes, religieuses, politiques, morales. Toutefois,

(1) « Peripateticæ philosophiæ, quid dicam? religionis contemptores. » *Vindiciæ*, etc. XX, VII, 9. p. 4.

en faisant hardiment la part de ces exagérations, il nous semble que M. de l'Épinois diminue un peu trop les conséquences fâcheuses qu'exerça cette condamnation sur les recherches scientifiques en Italie. Il ne s'agit pas tant de montrer que les écoles, les académies et les observatoires ne cessèrent pas de vivre et de travailler, mais de prouver que leurs travaux étaient dirigés dans la vraie ligne du mouvement scientifique et laissèrent des traces profondes dans l'histoire de ce mouvement. Or, lorsqu'on parcourt les mémoires et correspondances des astronomes à la fin du siècle de Galilée; lorsqu'on voit Manfredi, au milieu du XVIIIe siècle, hésiter à tenir compte dans ses écrits astronomiques des lois alors bien établies du système solaire; lorsqu'on lit les mémoires de Leibnitz pour faire rapporter les défenses en raison de la situation déplorable qu'elles créent aux savants catholiques vis-à-vis des protestants, on éprouve une impression quelque peu différente de celle de M. de l'Épinois. Mais nous n'en dirons pas plus sur ce sujet, sur lequel nous publierons peut-être un jour le résultat de nos recherches.

Nous voudrions citer les quelques pages, si claires, si sincères, si éloquentes dans leur simplicité, par lesquelles l'auteur résume ses conclusions sur la question de Galilée. La place nous manque; nous ne pouvons qu'engager nos lecteurs à les lire dans l'ouvrage lui-même, dont elles forment le naturel et excellent couronnement. Ajoutons deux notes d'un grand intérêt : l'une où se trouvent corrigées les fautes d'impression assez nombreuses que renfermait le volume des *Pièces du Procès;* l'autre qui contient une bibliographie très riche et très instructive des nombreuses publications relatives à Galilée, à sa vie et à ses démêlés avec le Saint Office.

Il nous reste fort peu de chose à dire de quelques brochures, toujours relatives à Galilée, dont la publication est toute récente.

Le discours inaugural de M. le Dr Fuchs est plus l'œuvre d'un littérateur que d'un savant. Il y considère le mérite de Galilée, surtout comme écrivain et vulgarisateur, bien qu'il donne une appréciation superficielle et insuffisante de ses travaux scientifiques. Le récit du procès est, dit l'auteur, emprunté à M. von Gebler et à M. Berti; on voit, en effet, que M. Fuchs n'a pas bien étudié la question. Ainsi, il semble confondre la lettre à Christine de Lorraine avec celle au P. Castelli; il rapporte à 1616 le voyage que Galilée fit à Rome en 1615; il suppose un *décret du Saint Office* qualifiant d'hérésie la croyance au mouvement de la terre, etc. Toutefois, M. Fuchs veut bien admettre que la torture n'a pas été appliquée.

La conférence donnée par M. Léonce Terrier « à la Société d'Utilité publique (!) » de Neuchâtel et l'opuscule de M. Combes, *Galilée et l'Inquisition Romaine*, appartiennent à une autre catégorie d'écrits. Si nous en parlons ici, ce n'est pas qu'ils aient une importance historique quelconque; c'est pour montrer de quelle façon l'on travaille de nos jours à l'instruction populaire. Dans l'un comme dans l'autre, Galilée est simplement un thème à déclamations libre-penseuses et à calomnies contre l'Église catholique.

Dans la brochure de M. Terrier, un exposé banal, inexact souvent, sans valeur aucune, de la vie scientifique et des découvertes de Galilée, sert de préface au récit le plus partial et le moins sincère de ses démêlés avec Rome, l'ennemie de la science, naturellement. Dans ce récit, toute l'opposition de l'école d'Aristote contre Galilée est mise au compte des religieux et des moines; tous les faits, vrais ou faux, qui peuvent laisser supposer dans l'Église un esprit hostile aux découvertes scientifiques, sont soigneusement consignés; par un de ceux qui établissent d'une manière si éclatante le contraire n'est même indiqué. On peut, d'ailleurs, se former une idée de la manière de l'auteur dès ses premières lignes : « Malgré la grande réputation acquise par ses découvertes et par ses écrits, un grand nombre d'entr'eux ne nous sont pas parvenus (!). Décriés comme hérétiques chez les croyants, frappés de bannissement par l'Inquisition, plusieurs de ses ouvrages n'ont été sauvés qu'à grande peine (!). La passion et le fanatisme dominaient alors l'humanité (1); la science même, qui par sa nature devrait être à couvert des troubles politiques et des luttes religieuses, était exposée à la persécution la plus traccassière et la plus violente (2). »

La science de M. Terrier est à la hauteur de son impartialité. Il n'est pas question, évidemment, d'une étude faite sur les sources, mais les auteurs même qu'il a copiés sont des plus misérables. Le sot livre de Philarète Chasles, *Galileo Galilei*, est « une étude d'une grande valeur, » mais les travaux de M. de l'Épinois ne semblent pas connus Aussi, que d'anachronismes, que de sottises à chaque page! Le P. Cavalieri, le grand géomètre, devient *Lavalleri;* le card. Baronius devient *Baromiero,* le P. Maraffi est *Maruffi, général des Dominicains;* etc. Nous apprenons que, « hasard ou calcul pour défendre l'Inquisition, une partie des actes du procès, et surtout les documents importants, ont été anéantis ou mis de côté; » que « les observations de Galilée au télescope étaient traitées d'illusions, non pas seulement par des moines fanatiques, mais par des astronomes comme les PP. Clavius et *Gremberger (?)*, qui furent pourtant forcés par une admonestation de Bellarmin de reconnaître la vérité de ces découvertes (3).» Si la Cour romaine refusa d'admettre le mouvement de la terre, c'est que « pour elle, se mouvoir, même dans l'espace, est chose odieuse. L'immobilité absolue seule convient à la Papauté. « Lorsque les *Dialogues* parurent en 1632, « tous ceux que la puissante parole de Galilée avait atteints pendant sa carrière, le P. Clavius, *Firenzirolo*, favori d'Urbain VIII, etc., se réunirent pour l'écraser par un suprême effort (4). » Le P. Clavius! mort en février 1612; Firenzirolo! personnage inconnu, à moins que ce ne soit ce P. Maccolano de Firenzuola, commissaire du Saint Office, dont le dévouement à Galilée apparaît à chaque

(1) Il nous semble qu'il en est bien resté quelque chose.
(2) *Galilei,* p. 3.
(3) PP. 34 et 35.
(4) P. 54.

page du procès et lui aurait même, selon M. Berti, épargné la torture. Si Galilée a été bien traité pendant son procès, c'est que « les bourreaux s'amusaient à jouer avec leur victime. « Quant à la torture, il est à peine douteux, pour M. Terrier, qu'elle ait été appliquée, mais la vérité complète ne sera jamais connue. Toutefois, il doit « mentionner ce fait que Galilée, après l'affaire, fut atteint d'une maladie qui était la suite ordinaire de la torture au moyen de la corde (1), « c'est-à-dire, évidemment, de cette hernie intestinale dont les médecins de Florence envoyaient à Rome l'attestation six mois avant la prétendue torture. Nous n'en finirions pas, si nous voulions tout relever. Bornons-nous à citer encore cette affirmation absolument fausse, dont il n'y a de trace nulle part, que « l'Inquisition aurait rejeté la prière de Galilée demandant à se rendre au lit de sa fille mourante (2), » et à reproduire, comme exemple de l'exactitude de ce grand défenseur de la vérité, le dernier paragraphe du livre :

« On lui permit enfin de venir mourir lentement dans sa maison de Florence. On l'y surveillait constamment, de temps à autre apparaissait un inquisiteur pour s'assurer qu'il y menait une existence humiliée et douloureuse, et transmettre cette assurance à Urbain VIII. A peine lui permettait-on, aux grands jours de fête, de quitter sa demeure pour se rendre à l'église voisine. Un envoyé du gouvernement hollandais ayant désiré traiter avec lui de la méthode des longitudes, l'inquisiteur lui intima l'ordre de ne pas le recevoir; il n'osa jamais accepter les lettres et la chaîne d'or que les États de Hollande lui offraient en présent. Le grand Duc était animé du désir que les dernières recherches du philosophe ne fussent pas perdues pour la science; mais, quelque temps avant la mort de Galilée, le P. Castelli, son disciple favori, ne put obtenir la permission de s'entretenir seul avec lui, pour recueillir verbalement ses dernières et précieuses instructions; il fallait qu'un agent de l'Inquisition assistât à l'entretien. Enfin, le 8 janvier 1643, le noble martyr rendit son âme à Dieu (3). »

Galilée ne vint pas « mourir lentement dans sa maison de Florence, » puisqu'il s'éteignit à sa villa d'Arcetri, où il recevait très rarement la visite de l'inquisiteur de Florence venant lui communiquer les avis du Saint Office. Pendant son séjour à Florence en 1638, il pouvait entendre la messe *tous les jours fériés* à l'église voisine. Quant aux lettres et à la chaîne d'or venus de Hollande, Galilée accepta les premières et refusa spontanément la seconde, ce dont il reçut les félicitations du Pape. Non seulement le P. Castelli put conférer longuement et seul à seul avec Galilée dans les dernières années de la vie de celui-ci, mais une foule d'autres savants vinrent le voir et même travailler avec lui, comme le P. Renieri, le P. Michelini, Clément Settimi, Torricelli, Viviani, et beaucoup d'autres (4). Il n'est pas jusqu'à la date de la mort de Galilée qui ne soit inexacte; le grand physicien est mort en janvier 1642.

(1) P. 61.
(2) P. 63.
(3) P. 64.
(4) V. *Opere*, t. X, pp. 332, 334, 413, etc.

Avec M. Combes, nous tombons encore un peu plus bas dans la passion et l'ignorance. Sa brochure, publiée en 1876, n'est qu'un cri de haine contre le catholicisme et une reproduction, à beaucoup d'égards, des articles de Libri en 1841 ! Tout ce qui a été publié depuis dix ans est non avenu : le travail le plus récent cité est celui de Biot (1858). Aussi apprend-on ici avec stupéfaction que les pièces du Procès, restituées en 1847 par Louis-Philippe à la Cour de Rome, « tombèrent dans le gouffre des archives papales, *d'où elles ne sont plus sorties depuis ;* » que Mgr Marini seul en a donné des extraits infidèles, mais quant « aux pièces, à *toutes* les pièces ! voilà ce qu'on était en droit d'attendre et ce qu'on attend toujours. » On apprend encore que « la famille et les disciples de Galilée subirent de longues persécutions ; » que « cette lutte peut être considérée comme le divorce définitif de la science et de la foi ; » que « le décret de 1616 n'a jamais été positivement révoqué, » que, dans le *Dialogo*, le personnage « qui porte le nom *significatif* de Simplicius (1) » ne juge de la vérité ou de la fausseté des choses que « selon qu'elles sont conformes ou opposées aux assertions d'Aristote et *de la Bible.* » Il est inutile de dire que pour M. Combes la torture ne fait pas un doute, que « le *rigoureux examen* désigne formellement la torture et n'a même jamais un autre sens, » que (ceci copié textuellement de Libri) après son procès, Galilée « avait souffert d'une hernie intestinale, suite ordinaire, dit-on, de l'espèce de torture à laquelle on suppose qu'il aurait été appliqué (*il tormento della corda*) » et qu'enfin les papiers de Renieri, ces papiers que M. Albèri a retrouvés et publiés *il y a plus de trente ans*, « ont été, au lit de mort du disciple de Galilée, mis au pillage par les agents du Saint Office ! »

Encore une fois, si nous citons ces inepties arriérées, ce n'est pas que la science sérieuse et la vérité en puissent subir quelqu'atteinte. Mais lorsqu'on songe que ces conférences et ces brochures mensongères sont livrées en pâture à des masses déjà affolées de misère, d'ignorance et de haine ; que le *Galilée* de M. Combes fait partie de ces publications de la « Librairie républicaine » dont on empoisonne à prix réduit les pauvres ouvriers des villes et des campagnes, le cœur se soulève d'indignation. Si c'est là l'éducation que la République prépare à ses adeptes, on peut lui prédire des jours sinistres. Parmi les misérables qui fusillaient les Jésuites à la Roquette, massacraient les Dominicains à Arcueil et mitraillaient d'autres prêtres à la rue Haxo, Dieu sait combien ont cru venger, dans le sang de ces religieux, les tortures que l'Inquisition avaient infligées au restaurateur de la méthode expérimentale !

PH. GILBERT.

(1) Évidemment, pour M. Combes, ce nom désigne un imbécile, et non le commentateur d'Aristote au ve siècle.

II.

ÉTUDES HISTORIQUES ET CRITIQUES SUR LE RATIONALISME CONTEMPORAIN, *par* HYACINTHE DE VALROGER, *prêtre de l'Oratoire. Seconde édition, augmentée de divers opuscules du* P. H. DE VALROGER, *et publiée par* A. DE VALROGER, *prêtre de Saint-Sulpice.* 1 vol. in-12 de XXIV-465 pages. Paris, librairie J. Lecoffre, 1878.

Ce volume, de moins de 500 pages, résume et condense en quelque sorte, au grand profit des esprits sérieux, le labeur intellectuel et l'activité militante d'une vie trop courte, hélas! mais admirablement remplie et vouée sans partage au service de l'immuable vérité qui a rencontré, dans ce siècle orageux et troublé, tant de sortes d'adversaires.

L'auteur était jeune encore, et sans la moindre accointance avec les arbitres du succès et de la renommée littéraire, lorsque, en 1846, il mit au jour son premier ouvrage, celui-là même dont, trente ans plus tard, une édition posthume, enrichie de précieuses et importantes additions, nous permet d'apprécier et d'affirmer en connaissance de cause la haute valeur.

« *Études critiques sur le Rationalisme contemporain...* » Qu'est-ce que cela, dut-on se demander à Paris, dans les régions passablement exclusives de l'École normale et de la Sorbonne. « Par l'abbé de Valroger. » Inconnu. Probablement encore quelque attaque du clergé contre l'enseignement universitaire, un livre de parti pris, comme il y en a tant par le temps qui court. Passons.

Ceux qui poussèrent l'examen plus loin, et ne dédaignèrent pas de s'enquérir, apprirent que l'abbé de Valroger, prêtre du diocèse de Bayeux, avait été chargé par son évêque d'enseigner la philosophie au séminaire de Sommervieu. On put même leur mettre sous les yeux de savants articles publiés dans le *Correspondant* et dans les *Annales de philosophie chrétienne*, lesquels promettaient, dès le début, un très ferme et vaillant apologiste. Ceux enfin, en fort petit nombre, qui lurent les *Études critiques*, comprirent bien vite qu'il fallait compter avec un adversaire de ce mérite et de ce caractère; et l'un d'entre eux, M. Saisset, très compté lui-même à cette époque, eut la loyauté d'écrire dans la *Revue des deux Mondes* : « Il ne nous en coûte pas de reconnaître que ce livre est l'ouvrage d'un prêtre éclairé, d'un dialecticien exercé, d'un adversaire très habile et très courtois, d'un homme enfin parfaitement renseigné sur les écrits de la Philosophie contemporaine, et qui connaît les hommes et les choses. »

Aveu remarquable sous une pareille plume; hommage rarement décerné à un prêtre, quel qu'il fût, dans une *Revue* alors et depuis très peu sympathique au clergé, et par conséquent bien mérité.

L'honorable exception dont il fut l'objet, l'abbé de Valroger ne la dut ni à la faiblesse de ses coups, ni à de timides ménagements. Il attaqua très franchement, rendant justice à qui de droit, mais disant à chacun son

fait, ses nombreux, puissants et très habiles adversaires. Nul autre peut-être n'a esquissé d'une main si ferme, j'allais dire impitoyable, ce qu'on pourrait appeler l'*Histoire des Variations de M. Cousin* (1)

Mais cela, je le crains bien, paraîtra de l'histoire ancienne, à la distance où nous sommes déjà de ces célébrités contemporaines, aujourd'hui bien déchues de leur prestige. Ce qui n'a pas vieilli dans les *Études critiques*, ce qui est d'un intérêt toujours vivant, c'est cette suite de chapitres sur la *Philosophie de l'histoire* (pages 89-252), où l'auteur traite à fond, avec une érudition sûre et parfaitement renseignée, *des religions de l'antiquité*. Les réflexions, souvent neuves et originales, toujours justes, que lui inspirent les théories de MM. Cousin, Jouffroy, Damiron, Guigniaut (l'interprète de Creuser), n'ont rien perdu pour nous de leur autorité et de leur valeur, en dépit des élucubrations beaucoup plus récentes de MM. Renan, Em. Burnouf, Soury, etc., etc. Pour les uns et pour les autres, de quoi s'agit-il après tout ? D'éliminer de l'histoire le surnaturel, de s'inscrire en faux contre les preuves irréfragables de la révélation biblique, de ramener le christianisme aux proportions d'un fait humain, analogue au mahométisme, au bouddhisme, même au mysticisme théurgique d'un Plotin ou d'un Jamblique ! Rationalisme pour rationalisme, celui de M. Cousin, — du moins lorsqu'il se débarrasse du lourd fardeau des formules hégéliennes et redevient français par l'expression et la méthode, — est d'un ordre supérieur à celui de M. Renan, — plus spécieux, plus cohérent, plus logique surtout. Avoir réfuté M. Cousin, c'est en avoir réfuté beaucoup d'autres : il est un géant parmi les *philosophi minores* de ces derniers temps. Afin qu'on ne soit pas obligé de nous croire sur parole, nous allons transcrire une page du P. de Valroger. C'est la conclusion d'une *Note inédite sur le Brahmanisme et le Bouddhisme* (2), à l'adresse de M. Cousin, qui avait émis, à l'Académie des sciences morales (*Compte rendu*, mai et juin 1854, pp. 254, 255), une opinion singulière, à la suite d'une communication de son ami M. B. Saint-Hilaire. Nous citons : « Fr. Schlegel a dit justement que « le Bouddhisme ressemble au Catholicisme comme le singe ressemble à l'homme. » Les esprits superficiels, frappés de cette ressemblance extérieure, sont enclins à supposer que le Catholicisme et le Bouddhisme pourraient bien avoir des rapports de filiation ou de fraternité naturelles, analogues aux rapports que les matérialistes ont imaginés entre l'homme et le singe. Mais un examen sérieux dissipe ces erreurs d'un empirisme frivole, qui juge tout à première vue, d'après les dehors les plus grossiers.

» Malgré les ressemblances que les zoologistes ont pu signaler entre le singe et l'homme étudiés dans leurs organes et leurs habitudes extérieures, nous ne sommes pas seulement la variété la plus intelligente et la plus belle du genre des singes ; nous ne sommes ni les fils, ni les frères

(1) Voir en particulier, sur les cours professés à la Sorbonne en 1816-17, en 1818-20, en 1828-29, de très intéressantes *Notes*, page 253 et suivantes, auxquelles il faut ajouter les *Notes inédites sur M. Cousin*, page 279.

(2) *Études critiques*, p. 362.

de l'orang, du chimpanzé ou du gorille. Le Bouddhisme et le Catholicisme ne sont pas davantage des *variétés* d'une même *espèce* de religions *naturelles*.

» Quand le Bouddhisme durerait encore des millions d'années, il ne serait jamais qu'une dégradante absurdité : il resterait ce qu'il est, comme le gorille et le chimpanzé resteront ce qu'ils furent dès le premier moment de leur existence. Il est et sera toujours essentiellement incapable de produire les fruits *surnaturels* du catholicisme, comme le chêne est incapable de produire d'autres fruits que le gland, comme le chimpanzé et le gorille sont incapables de composer des traités de théologie, incapables même du plus humble progrès intellectuel et moral. Mais il n'est pas seulement *inférieur* au Catholicisme, comme l'animal est inférieur à l'homme, comme des œuvres humaines et même divines peuvent être inférieures les unes aux autres, en force, en beauté, en utilité, sans mériter pour cela d'être déclarées essentiellement indignes de Dieu et de l'homme. Il y a, dans sa substance même, des éléments pervers, qui ne peuvent s'expliquer sans l'influence de Satan.

» Je ne prétends pas que dans son histoire, dans ses institutions, dans ses livres pseudo-sacrés, rien ne soit digne d'admiration; une telle prétention serait, à mes yeux, déraisonnable et injuste. Sous un amas d'extravagances, dont le spectacle doit exciter une pitié douloureuse, je reconnais çà et là, dans le Bouddhisme, comme dans le Brahmanisme et surtout le Mazdéisme, comme dans les œuvres de Confucius et de Lao-Tseu, dans les enseignements de Pythagore et de Socrate, de Platon, d'Aristote, des Stoïciens et de Cicéron, une multitude éparse, mais très considérable et très consolante d'inspirations *naturelles* pleines de grandeur et de beauté. Loin de les regarder avec répugnance, loin de fermer les yeux pour ne les pas voir, nous devons, ce me semble, les constater avec joie, les contempler avec admiration.

» Mais ce qui domine partout dans le développement du Bouddhisme, c'est le fanatisme le plus délirant, surexcité par l'influence satanique la plus manifeste qui fut jamais. »

Théologien et philosophe avant tout, le P. de Valroger possédait aussi de sérieuses connaissances scientifiques, dont il a donné des preuves dans plusieurs de ses écrits, notamment dans son remarquable opuscule contre Darwin : *La Genèse des espèces*, et dans des articles sur les *Précurseurs de l'homme à l'époque tertiaire*, sur l'*Ancienneté de l'homme*, etc., qui ont paru dans le *Correspondant* (10 novembre 1873) et dans la *Revue des questions historiques* (octobre 1874, avril 1875, avril 1876). Jeune, il avait étudié la physiologie sur les bancs de l'École de médecine; et lorsque Dieu, par un choix meilleur que le sien, fit de lui un médecin des âmes, se rappelant que *les lèvres du prêtre sont les gardiennes de la science*, il pensa que, s'il lui restait beaucoup à apprendre pour répondre à sa nouvelle vocation, il n'avait rien à oublier. Aussi s'appliqua-t-il constamment jusqu'à son dernier jour, à suivre le mouvement des sciences, non-seulement avec cette curiosité élevée, propre aux natures d'élite et aux esprits généreux, mais encore avec le zèle d'un apologiste, persuadé que la Religion a quelque chose à voir dans tout ce qui confine à son domaine.

Avec quelle joie (nous en fûmes témoin) n'a-t-il pas salué la naissance de la Société scientifique de Bruxelles, et assisté à son rapide et heureux essor! S'il eût vécu, si Dieu lui eût donné le temps et les forces, c'est de grand cœur qu'il eût pris part à ses travaux. Qui sait s'il ne destinait pas à cette *Revue*, dont le programme répond si bien à ses convictions les plus chères, quelques-unes de ses *Pensées inédites sur l'accord de la Science sacrée et des Sciences profanes?* Celle-ci par exemple (p. 449).

XIX. Contester des faits certains de l'ordre physique ou de l'histoire humaine, parce qu'ils *semblent* opposés à la Révélation, — ou leur donner une explication forcée pour les concilier avec la Bible, — c'est montrer aussi peu de foi que d'intelligence; c'est mal servir les intérêts de la religion, qui ne peuvent être contraires à aucune vérité. Les faits inscrits par la main de Dieu dans la nature visible ne peuvent pas plus contredire la Bible, que l'Ancien Testament ne peut contredire le Nouveau.

Citons encore les deux suivantes :

XX. La théologie ne saurait être la reine des sciences, si elle s'isole par orgueil, paresse ou lâcheté. A quoi lui servirait de conserver en droit sa dignité royale, si cette dignité n'était reconnue par aucun sujet?

XXI. Pour diriger les hommes, il faut s'intéresser à ce qui les intéresse, savoir ce qu'ils savent ou se montrer au moins disposé à s'en faire instruire. Quand un théologien dédaigne des sciences qu'il ignore, quand il les déclare incertaines ou stériles, comment peut-il se faire écouter avec confiance par les hommes qui croient à ces sciences, ou même consacrent la meilleure part de leur temps à les étudier, à les enseigner, à les appliquer?

Mais arrêtons là nos citations, bien suffisantes pour recommander ce volume à l'attention des savants chrétiens et même de ceux qui, n'étant pas encore chrétiens, ne craignent pas de le devenir. On voit de quels matériaux de choix M. Achille de Valroger, prêtre de Saint-Sulpice, a su composer l'Appendice qui couronne le monument élevé, par ses soins, à la mémoire de son frère. Si nous ajoutons que l'ouvrage est précédé d'une Notice biographique et littéraire, due à la plume élégante et distinguée du P. Largent, de l'Oratoire, on comprendra que cette publication, peu fastueuse, mais parfaitement ordonnée, ne laisse guère à désirer.

Vraiment le P. Valroger fut bien inspiré, lorsqu'il inséra cette clause dans l'*Expression de ses dernières volontés :* « Je charge mon cher Achille de déterminer l'emploi qu'il y aurait à faire, soit de mes ouvrages imprimés, soit des manuscrits que je laisserai au moment de ma mort. »

Le cher et regretté défunt ne pouvait choisir, en pareille matière, un exécuteur testamentaire plus vigilant et plus dévoué, et celui-ci a bien le droit de dire, en voyant revivre, dans cette œuvre magistrale ainsi rajeunie et complétée, son bien-aimé frère : *Defunctus adhuc loquitur.*

CH. DANIEL, S. J.

III.

La science a fait récemment des pertes regrettables et peut-être irréparables. Le Verrier, Regnault, Claude Bernard, le P. Secchi ont été, en quelques mois, enlevés aux études dont ils étaient l'honneur et dont ils restaient presque tous les représentants actuels les plus éminents. C'est maintenant le devoir des sciences auxquelles ils ont imprimé de si grands progrès, de leur rendre l'hommage qui leur est dû en racontant la vie, en exposant les travaux de ces maitres, et ce qu'ils ont fait pour l'avancement de chacune d'elles.

Le P. Secchi sera, dans cette *Revue*, nous n'en doutons pas, l'objet d'une étude digne de lui et de la *Société scientifique de Bruxelles* dont il fut un des premiers et des plus illustres membres. En attendant que la *Revue* puisse rendre le même hommage à d'autres savants défunts, nous signalons à nos lecteurs deux discours prononcés par M. Dumas, l'un aux funérailles de Claude Bernard, l'autre dans le sein de l'Association scientifique de France en mémoire de son fondateur, Le Verrier. Ils n'ont pu oublier les pages que nous avons détachées récemment des *Éloges historiques* de l'éminent secrétaire perpétuel, et retrouveront avec plaisir ici la marque de son grand talent et l'expression de ses idées toujours élevées.

« Claude Bernard, a dit M. Dumas, s'était placé par son rare génie et par ses brillantes découvertes à cette hauteur où l'on cesse d'appartenir exclusivement à une compagnie, et même à une nation, pour prendre rang dans le concert de la science universelle; vivant, sa gloire avait franchi l'espace, elle était acclamée par le monde entier; mort, elle bravera le temps et ses outrages.

» Après Lavoisier, Laplace, Bichat, Magendie, qui lui avaient ouvert la route, Claude Bernard a épuisé ses forces à son tour à l'étude du grand mystère de la vie, sans prétendre à pénétrer toutefois son origine et son essence. L'astronome ignore la cause de l'attraction universelle et n'en calcule pas moins avec certitude la marche des astres qu'elle soutient dans l'espace et dont elle dirige le cours. Claude Bernard avait jugé qu'il est permis de même au physiologiste d'expliquer les phénomènes de la vie au moyen de la physique et de la chimie qui exécutent, quoique la vie et la pensée, qui dirigent, demeurent hors de sa portée.

» La physique animale n'était-elle pas fondée, en effet, dès que Lavoisier et Laplace eurent prouvé que la respiration est une combustion, source de la chaleur qui nous anime? Ce flambeau de la vie qui s'allume, cette flamme de la vie qui s'éteint, expressions poétiques heureuses de l'antiquité, ne devenaient-elles pas des vérités philosophiques, auxquelles il a été donné à Claude Bernard d'ajouter le dernier trait?

» L'anatomie générale n'était-elle pas née, le jour où Bichat définissait la vie : l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort? Sans en révéler la secrète nature, n'apprenait-il pas à préciser les formes que la vie revêt dans chacun des éléments dont se composent nos tissus, à considérer

comme l'expression sensible de la vie ces mouvements de destruction et de rénovation dont ils sont le théâtre ; leur arrêt, comme le signe certain de la mort ?

» Magendie n'ouvrait-il pas, enfin, la route à la physiologie expérimentale, devenue entre les mains de Claude Bernard, son élève, une science nouvelle ? Empruntant à la physique et à la chimie ses instruments et ses méthodes, sans oublier que les forces dont elles disposent vont s'exercer sur des êtres doués de vie, n'est-ce pas Claude Bernard, qui l'a portée au rang des sciences exactes et qui la laisse rivalisant de certitude et d'autorité avec celles qui opèrent sur la matière brute ?

» Parmi tant de découvertes, auxquelles son nom demeure attaché, quelle merveille de sagacité et d'analyse que ce travail à jamais célèbre et depuis longtemps populaire où, donnant un corps certain à la pensée de Bichat, il fait voir dans le muscle qui se contracte, dans le nerf qui le met en mouvement, dans l'élément nerveux sensitif et dans l'élément nerveux moteur, autant de modes distincts de la vie, pouvant coexister, mais aussi pouvant mourir séparément et comme en détail !

» Quel physiologiste ne serait fier d'avoir découvert la véritable fonction du foie, problème qui, depuis l'antiquité la plus haute jusqu'à nos jours, avait excité, mais en vain, la curiosité de toutes les écoles médicales ? Quel chimiste n'eût considéré comme un fleuron à sa couronne cette analyse hardie et savante par laquelle Claude Bernard découvre dans cet organe énigmatique une matière propre à se changer en sucre, un ferment capable d'en opérer la conversion, une source enfin qui verse sans cesse du sucre dans le sang ? »

En terminant son allocution, M. Dumas constate que les honneurs rendus à Claude Bernard sont un témoignage que la nation et ses chefs demandent à la jeunesse un viril effort et sont prêts à le seconder, puis il finit en ces termes :

« Adieu, Claude Bernard, vous que les honneurs ont toujours été chercher et qui n'en avez jamais réclamé aucun ; votre cri suprême sera entendu par le ministre de l'instruction publique, qui vous accompagne à votre dernière demeure. La pompe inusitée de vos funérailles apprendra de quels respects il veut que les sciences soient entourées. Votre vie laborieuse et modeste restera comme un salutaire exemple ; votre mort, glorifiée de tout un peuple, comme un enseignement. Du sein de la vie éternelle, dont le secret vous a été révélé désormais, si votre modestie s'étonne des honneurs qui vous sont rendus, votre génie s'en reconnaît digne, et votre patriotisme les accepte comme une promesse d'avenir et un gage de grandeur future pour la science française. »

Dans un genre bien différent, Le Verrier a conquis rapidement une position extraordinairement élevée dans la science des Laplace et des Bessel, et l'a conservée jusqu'à la dernière heure de sa vie. Les pages si courtes que lui a consacrées M. Dumas résument avec une brièveté éloquente les immenses travaux de cet homme éminent :

« Lorsque M. Le Verrier entrait dans les services publics, notre pays possédait toujours d'illustres géomètres, mais aucun d'eux ne semblait

disposé a se saisir de l'héritage de son eompatriote Laplaee, eomme si l'astronomie mathématique avait reçu de ses mains sa dernière expression.

» Néanmoins, les observations s'étaient multipliées, et les doutes eonçus par Newton lui-même sur la stabilité du système du monde ne pouvaient plus être éeartés sans examen, lorsqu'on voyait se manifester avee le temps certains désordres dans la marche des astres, qui ne se montrait pas toujours absolument fidèle aux prévisions du calcul.

» Le Verrier, dès son premier pas dans la earrière, voulant s'y établir en maitre, mit hors de doute, par d'irréprochables caleuls, la stabilité générale du système solaire. A moins de ehangements dans la constitution physique des astres qui le composent, et dont la prévision nous échappe, l'ordre établi dans la portion de l'univers à laquelle appartient notre globe sera maintenu. »

Le travail auquel M. Dumas fait iei allusion est le *Mémoire sur les variations séculaires des éléments des orbites des sept planètes principales,* présenté à l'Aeadémie le 6 septembre 1839. Le Verrier y eomplétait la démonstration de la fixité des grands axes des orbites des planètes, en prouvant que les exeentrieités et les inelinaisons de ees orbites restent toujours très petites, eondition néeessaire pour que les approximations sur lesquelles reposaient les démonstrations préeédentes restent toujours applieables. Nous avons entendu Le Verrier lui-même développer ee mémoire à la Sorbonne en 1854, et la clarté de l'exposition était à la hauteur de la beauté des méthodes.

« Plein de eonfiance dans eette démonstration, il n'hésita point à en eonelure que tout restait à perfectionner eneore, eependant, soit dans les Tables du Soleil, soit dans la théorie et les Tables des planètes connues. Conçues ou caleulées par des astronomes différents, ees théories et ees Tables n'étaient pas tout à fait comparables. Pour certaines planètes très rapproehées du Soleil, comme Mercure, ou très éloignées, comme Uranus, le désaceord entre les prévisions et les observations semblait même mettre en défaut la théorie de l'attraetion universelle.

» Convaincu que l'ordre régnait là-haut, Le Verrier soumit la théorie et les Tables d'Uranus à une révision serupuleuse, et l'Aeadémie, qui venait de l'appeler dans son sein, entendit, coup sur eoup, déelarer par le jeune astronome que, vérifieation faite, Uranus ne suivait pas la marehe que lui assignait sa plaee dans le eiel, que ees perturbations étaient dues à la présenee d'un astre ineonnu plus éloigné, que eet astre était plaeé à une distanee du Soleil égale à trente fois celle qui nous en sépare, que sa masse était supérieure à celle d'Uranus; enfin que, au moment même où il annonçait son existenee, la nouvelle planète devait se trouver dans un point préeis et déterminé du firmament. Le jour même où M. Galle, astronome exereé, reeevait la eommunieation de M. Le Verrier, le 23 septembre 1846, il voyait, en effet, au bout de sa lunette l'astre que le savant français, sans avoir besoin de jeter un regard vers le eiel, avait si clairement vu au bout de sa plume.

« L'émotion fut universelle. Arago s'éeriait : « La déeouverte de M. Le Verrier est une des plus brillantes manifestations de l'exaetitude des systèmes astronomiques modernes; elle eneouragera les géomètres à

chercher avec une nouvelle ardeur les vérités cachées dans la majesté des théories. Cette découverte restera un des plus magnifiques triomphes des doctrines astronomiques, une des gloires de l'Académie, un des plus beaux titres de notre pays à l'admiration et à la reconnaissance de la postérité. »

« ...L'invention de la planète Neptune et les circonstances qui l'avaient amenée rangeaient pour toujours le nom de Le Verrier parmi les grands noms de la Science. Les travaux auxquels fut consacré le reste de sa vie lui auraient mérité le même honneur.

» En acceptant comme vraies les lois de l'attraction universelle découvertes par Newton, il avait établi la stabilité mécanique du système solaire. Il en avait conclu, par une logique inflexible, l'existence de Neptune, sa place et son rôle dans l'univers. Il voulut montrer, en établissant le code complet des calculs astronomiques et en calculant à lui seul les mouvements apparents du Soleil et la marche des huit planètes principales, qu'ils étaient en harmonie incontestable et parfaite avec les lois de Newton. Ce travail de géant, poursuivi pendant trente années avec une constance ferme, que rien n'a jamais troublée, embrasse les siècles futurs, et il épuise tout ce que, dans leur état actuel, les Sciences mathématiques peuvent offrir à l'étude du ciel. Pour aller plus loin que Le Verrier, il faut que le génie de l'homme invente de nouvelles méthodes de calcul.

» Ce que l'observation avait appris au sujet de la marche irrégulière d'Uranus placé vers les confins du système solaire, se reproduisait pour celle de Mercure, la planète la plus rapprochée du Soleil. Le Verrier prouve qu'il existe également une planète inconnue entre le Soleil et Mercure, et que son influence troublante explique les anomalies observées dans les positions de ce dernier astre.

» Il n'a pas été permis à Le Verrier de voir au bout de sa lunette la planète supposée ; il n'a fait qu'entrevoir ce petit astre ; sa marche rapide, qui ne rappelle en rien celle du boiteux Vulcain dont il a reçu le nom, et l'éclat du Soleil dont il est si proche, en rendent l'observation difficile ; mais il l'a vu, avec une entière certitude, des yeux de l'esprit, et il lui restera l'honneur sans égal d'avoir découvert, par le calcul seul, deux des planètes principales, la première et la dernière du système solaire, la plus lente et la plus agile.

. . . . . .

» Le Verrier n'a laissé d'autre héritage que son nom. On ne dira jamais assez haut combien dans son existence tout a été sacrifié aux exigences de l'œuvre splendide qu'il avait entreprise et qu'il a conduite à sa fin. Son temps, ses forces, ses ressources, tout leur était subordonné. Parvenu au terme de sa vie, le monument était complet, mais les ressources comme les forces étaient épuisées. De l'immortel Le Verrier, contemplateur si intelligent de la richesse des cieux, il ne restait qu'une compagne mourante et des enfants pieux qui, justement fiers de son héroïque indifférence pour les biens de la terre, vous bénissent aujourd'hui de vous faire les interprètes de la science universelle pour offrir à la mémoire de leur illustre Père un culte mérité. »

IV.

Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, *par* M. Cyrille Grand'Eury, *Ingénieur*.

DEUXIÈME PARTIE. — GÉOLOGIE.

La partie géologique du beau travail de M. Grand'Eury est divisée en trois grands chapitres. Dans le premier, l'auteur expose une classification raisonnée des formations entre lesquelles se distribue la grande série des terrains carbonifères; dans le second, il établit et caractérise, à l'aide d'une revue comparative de la flore, les étages représentés dans les bassins houillers du centre de la France ; le dernier chapitre contient les applications spéciales et en partie techniques des études qui précèdent, au bassin houiller de Saint-Etienne.

Comme on le voit, M. Grand'Eury a élargi son cadre et traité, dans une large mesure, la géologie du terrain houiller en général.

Dans le chapitre I, intitulé : *Age relatif des différentes formations carbonifères du globe*, nous trouvons d'abord un résumé bibliographique, puis un premier partage de la formation carbonifère en trois terrains principaux : le terrain carbonifère inférieur, le terrain houiller moyen, et le terrain houiller supérieur. C'est à M. Grand-Eury que nous devons principalement de mieux connaître l'importance et les richesses paléontologiques de ce dernier terme de la série.

Le terrain carbonifère inférieur, assez complet en Allemagne, se compose, de bas en haut, de trois étages : le calcaire carbonifère, le culm et la grauwacke récente. L'auteur ajoute : « La subdivision du terrain houiller moyen est à faire. Nous essayons, dans le chapitre II, de déterminer les étages naturels du terrain houiller supérieur. » Il distingue, en outre : 1° en bas du terrain houiller moyen, le terrain infra-houiller, et en haut, le terrain houiller supra-moyen ; 2° en bas du terrain houiller supérieur, le terrain houiller sous-supérieur, et en haut, le terrain supra-houiller. »

Le terrain dévonien paraît former également trois étages botaniques, comme le *Rothliegende* se décompose, de son côté, en un étage inférieur, un étage moyen et un étage supérieur. Ces indications laissent voir déjà que M. Grand'Eury est partisan de la multiplicité des étages en géologie.

Rappelons aussi le procédé mis en œuvre par lui pour atteindre le but proposé. « Il s'agit, par le choix de dépôts carbonifères dont la position géognostique est connue, de dégager les changements généraux de la flore, d'une part ; et de se baser ensuite sur ceux-ci, mis en évidence, pour déterminer par application, l'âge relatif des autres dépôts de la même période dont la place laisse des doutes d'autre part » (p. 359).

On remarquera (pp. 369-392) le « Tableau raisonné de la succession chronologique des flores carbonifères. » Dans la pensée de l'auteur, c'est un résumé ; il est donc à craindre qu'en voulant le résumer encore on

n'en altère le sens; malgré ce danger, je crois utile de reproduire ici les principaux linéaments de cette grande synthèse que l'on ne trouve nulle part aussi complète.

Flore primordiale, silurienne : Quelques *Eophyton* et *Psilophyton*, parfois douteux.

Terrain dévonien inférieur : *Psilophyton*, *Arthrostigma* et *Haliserites Dechenianus*.

Local. : Nassau, bords du Rhin.

Terrain dévonien moyen : *Psilophyton* (à leur maximum), *Lepidodendron Gaspianum* et *nothum*, des *Cyclostigma*, quelques *Cyclopteris*, *Pseudo-annularia laxa*.

Local. : Écosse, Canada.

Terrain dévonien supérieur : *Sphenopteris refracta* et *devonica*, *Palæopteris elegans* et *Rœmeriana*, *Lepidodendron* plus nombreux, le *L. Veltheimianum* apparaît; quelques *Cyclostigma*; les *Stigmaria* encore incertains; pas de vrais *Sigillaria*.

Local. : Condroz (Belgique), Kilkenny (Irlande).

Calcaire carbonifère : aux *Sphenopteris* dévoniens s'ajoutent de nouvelles espèces; *Palæopteris* (à leur maximum) *lindsæformis*, *polymorpha*, *frondosa*; les *Cyclostigma* disparaissent; *Lepidodendron* de divers types; *Knorria imbricata*, *Stigmaria*, *Asterophyllites*, *Bornia transitionis* apparaissent.

Culm : Plein épanouissement de la flore précédente représentée par des espèces plus nombreuses et plus fréquentes. Principaux types : *Lepidodendron Veltheimianum*, *Knorria imbricata*, *Bornia transitionis*, *Calamites Rœmeri*, *Cardiopteris frondosa*, *dissecta*, *Sphenopteris Gœpperti*, *Schimperi*, *distans*, *Neuropteris* (g. nouveau).

Local. : Thann, Roanne.

Grauwacke supérieure : Lépidodendrées représentées par des genres et des espèces de plus en plus nombreux : *Knorria*, *Ulodendron*, *Halonia*, *Lepidodendron aculeatum*, *obovatum*, *Stigmaria* nombreux; apparition des *Sigillaria*; *Calamites*; *Sphenophyllum* insolites; *Sphenopteris* (prédom.), *Palæopteris* dispar., *Neuropteris heterophylla*.

Local. : Berghaupten, Moravie, Illinois.

Terrain infra-houiller : Mélange de plantes plus anciennes et de plantes déjà nombreuses et caractéristiques du terrain houiller moyen. Lépidodendrées à leur maximum; Sigillaires et Calamites encore peu nombreuses; Fougères de plus en plus diversifiées.

Local. : Basse-Silésie et Bohême.

Terrain houiller sous-moyen : Les Lépidodendrées, quoique très nombreuses encore, tendent à perdre de leur prépondérance par rapport aux Sigillaires; parmi ces dernières, *Sigillaria oculata*. *tessellata*, *scutellata*, *alternans*; *Stigmaria ficoides* commun; *Calamites Suckowii*, *Cistii*, *approximatus*, *ramosus*; *Annularia radiata*; *Sphenopteris nervosa*, *trifoliata*, *Præpecopteris dentata*, *Pseudo-odontopteris britannica*, *Neuropteris heterophylla*, *gigantea*, *Alethopteris lonchitica*, *Dournaisii*, etc.

Local. : Hyde, Oldham, Silésie.

Terrain houiller moyen proprement dit : Sigillaires arrivées à la prépondérance sur les Lépidodendrées, *Sigillaria Grœseri, intermedia, lævigata, Polleriana, Cortei, Sillimanni, elliptica*, etc., *Lepidophloyos* (au maximum), *Lepidostrobus variabilis*, macrospores abondantes; *Sphenopteris Hœninghausi, artemisiœfolia, irregularis, Lonchopteris Bricii, Rœhlii, Pecopteris pennœformis, Miltoni; Megaphytum; Neuropteris* communs et variés, *Dictyopteris Brongniarti; Calamophyllites verticillatus; Asterophyllites* nombreux; *Annularia fertilis* très nombreux; *Sphenophyllum* et *Calamites; Cordaites* et *Trigonocarpus* assez communs.

Local. : Duttweiler, Swina, Nord de la France et Belgique.

Terrain houiller supra-moyen : Flore de l'étage précédent avec des combinaisons nouvelles et quelques espèces du terrain houiller supérieur, telles que *Annularia brevifolia, longifolia*, de vrais *Pecopteris, Pec. abbreviata, pteroides, Bucklandi, unita*, des *Caulopteris*, des *Psaronius; Cordaites* plus nombreux à nervures moins fines.

Local. : Bohême, Saxe, Mons, Geislautern.

Terrain houiller sous-supérieur : *Annularia brevifolia* et *longifolia* plus nombreux, *Equisetites infundibuliformis; Sphenopteris* moins fréquents; *Alethopteris aquilina* et *Grandini; Neuropteris flexuosa, Odontopteris Reichiana, Schlotheimii, Pecopteris arborescens; Caulopteris* de formes déjà variées; avènement des *Callipteridium;* Lepidodendrées devenues rares; Sigillaires moins nombreuses, bien que de nouvelles espèces apparaissent : *S. lepidodendrifolia, Brardii, spinulosa;* Cordaitées arrivant parfois à dominer les autres plantes; grande variété de graines; déjà le *Walchia pinniformis.*

Local. : Rive-de-Gier, Briançon, Geislautern, Grand'Croix, Alais.

Terrain houiller supérieur proprement dit : La flore précédente s'enrichit et perd de plus en plus ses caractères antérieurs; les *Sphenopteris,* les *Prœpecopteris*, les *Lepidodendron*, les sigillaires cannelées ont presque entièrement disparu. Les espèces caractéristiques positives sont dès ce moment : *Pecopteris arguta, Alethopteris ovata, gigas, Grandini, Sphenophyllum oblongifolium, Odontopteris Brardii, minor, Schlotheimii, Calamites cruciatus*, divers *Arthropitys, Sigillaria lepidodendrifolia, Brardii, spinulosa.*

Local. : Saint-Etienne, Manebach (Thuringe).

Terrain supra-houiller : Appauvrissement rapide de la flore et tendances vers le permien; les *Calamites gigas, major* apparaissent; *Callipteridium gigas, Neuropteris rotundata, Tœniopteris abnormis; Cordaites* à feuilles plus minces; *Walchia pinniformis* de plus en plus commun; énormément de *Calamodendron*, de *Calamites cruciatus*, *Arthropitys subcommunis*, etc.

Local. : Ottweiler et centre de la France.

Terrain permien (Rothliegende) inférieur : Beaucoup de plantes houillères se maintiennent encore, cependant de nouveaux types apparaissent, en particulier les *Callipteris (C. conferta).*

Local. : Cusel, Saint-Wendel, dans les environs de Sarrebruck.

Terrain permien moyen : Les *Walchia* et les *Callipteris* augmentent en nombre et en espèces, les espèces houillères disparaissent.

Terrain permien supérieur : *Neuropteris salicifolia*, *Odontopteris permiensis*, *Callipteris Wangenheimii*, *Gœpperti*, *Psygmophyllum expansum*, etc. La flore permienne antérieure est en décadence.

Il résulte des observations de M. Weiss et plus spécialement de M. Grand' Eury que les limites sont moins tranchées qu'on ne l'avait pensé d'abord entre la flore houillère supérieure et la flore permienne. Ces deux flores ont dès maintenant au-delà de 50 espèces communes. Les *Medullosa*, *Calamodendron*, *Psaronius*, *Dadoxylon* qui avaient d'abord été considérés comme caractéristiques du permien sont au contraire plus fréquents dans les couches supérieures du terrain houiller.

Cette première section se termine par des *Notes complémentaires* sur les plantes trouvées debout dans le terrain houiller, sur les empreintes des plantes qui se montrent avoir successivement formé la houille et sur la structure de celle-ci; une récapitulation des changements généraux subis par la flore, et de nouvelles considérations sur les divisions fondamentales de la période carbonifère en époques et sous-époques nous amènent à la section II.

Le tableau qui vient d'être résumé, sert à M. Grand'Eury de cadre dont les divers compartiments se prêtent à l'inscription de toutes les formations carbonifères de l'hémisphère nord en général et de la France en particulier. Ce travail de concordance et de parallélisation a dû exiger de son auteur beaucoup de recherches. Contentons-nous de signaler rapidement quelques résultats.

Le grès à anthracite du Roannais et du Beaujolais correspond au culm; M. Grüner l'avait placé trop haut en le rapportant au millstone grit.

Les terrains carbonifères de la Russie servent de transition entre la grauwacke récente et le terrain houiller moyen. Les couches anthracifères de la Basse-Loire, rapportées par plusieurs géologues au terrain dévonien appartiennent, par leurs empreintes végétales, à la grauwacke récente et même touchent au terrain infra-houiller; celles de Sablé (Sarthe) sont de la même époque. Le terrain houiller de la Vendée aurait le même caractère; mais il paraît composé de plusieurs couches qui pourraient appartenir à des étages distincts.

Le bassin de la Basse-Silésie va du culm au terrain houiller moyen; celui de la Haute-Silésie, un peu plus élevé, est du terrain houiller moyen proprement dit.

Les dépôts houillers de la Saxe forment une série continue de quatre zones allant du terrain houiller supra-moyen au terrain houiller sous-supérieur.

A Sarrebruck le terrain houiller est généralement moyen, à l'exception des couches les plus élevées qui paraissent sous-supérieures.

La série carbonifère de la Westphalie est beaucoup plus étendue; elle comprend des couches appartenant au calcaire carbonifère, au culm, à la grauwacke supérieure, au terrain infra-houiller, houiller sous-moyen, moyen proprement dit, supra-moyen et même sous-supérieur.

Le terrain houiller de la Belgique et du nord de la France paraît généralement moyen à M. Grand'Eury, les couches les plus profondes étant sous-moyennes et les plus élevées, à Mons, intermédiaires entre le houiller moyen et le houiller supérieur. J'avais fait voir, un an auparavant, dans un travail dont M. Grand'Eury n'avait pas eu connaissance que c'est dans le Pas-de-Calais, de Lens à Bruay, que se trouvent les couches les plus élevées du bassin, en France, avec *Annularia sphenophylloïdes*, *Dictyopteris Brongniarti*, *Neuropteris attenuata*, *Sphenopteris acutiloba*, *Alethopteris Grandini*, *Sphenophyllum Schlotheimii*, *emarginatum*, *Sigillaria rimosa*. Ces couches supérieures à celles d'Anzin, correspondent à celles de Mons; elles sont d'ailleurs reléguées à la lisière sud du bassin.

Le terrain houiller d'Angleterre est de même âge que celui de la Belgique et du nord de la France; les mêmes couches moyennes sont encore largement représentées dans l'Amérique du Nord; dans l'Illinois elles s'élèveraient au terrain houiller sous-supérieur. Le terrain houiller supérieur proprement dit est bien indiqué, çà et là, en Allemagne, par quelques minces dépôts; nulle part il ne présente, comme dans le centre et le midi de la France, une flore aussi riche et d'aussi énormes quantités de houille. « Le bassin houiller de la Loire, dit M. Grand'Eury, réunit à lui seul, avec la plus grande puissance de dépôt, la flore houillère supérieure la plus étendue en durée, sinon la plus complète pour chaque étage et personnifie alors, au point de vue qui nous occupe dans ce chapitre, tous les bassins du centre et du midi de la France (1). »

Le terrain houiller de Saint-Étienne s'éloigne des terrains carbonifères inférieur et moyen par la rareté des genres *Sphenopteris*, *Prœpecopteris*, *Neuropteris*, *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Stigmaria*, par une différence complète des espèces dans les genres *Sphenophyllum* et *Alethopteris* et enfin par l'abondance des *Annularia*, *Pecopteris*, *Odontopteris*, *Cordaites*, *Calamodendron*, etc. D'autre part, beaucoup des espèces du terrain houiller stéphanois sont effectivement communes à des dépôts déjà reconnus comme supérieurs, en particulier, *Alethopteris ovata*, *Pecopteris arguta*, *Odontopteris Schlotheimii*, *Carpolithes disciformis*, *Samaropsis fluitans*, *Sigillaria Brardii*, *spinulosa*, etc. Ces espèces de Saint-Étienne se retrouvent identiques dans les couches les plus récentes de Manebach, du sud du Harz. Mais la flore de Saint-Étienne caractérise beaucoup mieux et d'une manière bien plus complète le terrain houiller supérieur proprement dit, par une prépondérance bien plus marquée des espèces et des genres déjà signalés comme caractéristiques et par des types nouveaux inconnus ailleurs.

Les couches de Saint-Étienne se rapprochent du rothliegende par un ensemble d'espèces communes plus considérable qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, tout en se tenant à la distance d'un étage, de ce dernier terrain. A la base du système de Saint-Étienne se place immédiatement l'étage de Rive-de-Gier qui tout en présentant des relations incontestables avec

(1) Flore carbonif., p. 435.

les couches les plus élevées du terrain houiller moyen « se rapproche plutôt du terrain houiller supérieur et rentre dans la même unité botanique (1). » Comme développement et complément de ces propositions presque toutes extraites textuellement du livre que nous parcourons, je signalerai une autre observation intéressante de M. Grand'Eury. Tandis que, en Angleterre, en Allemagne et dans l'Amérique du Nord, les principales richesses houillères sont accumulées dans les couches moyennes où dominent les sigillaires, les stigmaria, les lépidodendrons et les calamites, les couches supérieures du terrain houiller, dans les mêmes contrées, d'ailleurs minces et éparses, sont pauvres en houille. On a tiré de là cette conclusion que la flore y était devenue peu apte à former des couches sérieuses de charbon.

« Cette conclusion n'est pas applicable du tout aux terrains houillers français, lesquels, bien que supérieurs, renferment proportionnellement plus de houille accumulée et, en tout cas, des couches plus puissantes que la zone des sigillaires... Cette exception prouve d'abord que des plantes autres que les sigillaires, stigmaria et lépidodendrons ont pu, contrairement à une opinion professée partout, produire de grands et nombreux entassements de charbon... la flore houillère supérieure se présente dans le centre de la France, avec un déploiement de formes qui ne le cède pas aux sigillaires : les cordaïtées en grands arbres devaient se prêter, par leur écorce épaisse et leur feuillage ample et si nombreux, à des dépôts rapides de matières à houille; les fougères, par les tiges élancées des abondants *Eu-Pecopteris* et les stipes gigantesques des *Odontopteris* et *Alethopteris*, donnaient lieu à une végétation des plus actives; et il n'y a pas jusqu'aux Calamodendrées qui, par leur écorce, n'aient fourni un appoint considérable et croissant de débris végétaux vers la fin de l'époque houillère, où presque à eux seuls ils paraissent avoir formé la puissante couche de Decazeville, qui mesure près de trente mètres d'épaisseur normale.

Mais cette flore n'est pas seulement remarquable par son ampleur et son exubérance même; elle se distingue tout spécialement par le développement complet des *Cordaites*, à peine connus, par une grande variété de Pécoptéridées en arbres, par une grande quantité d'*Odontopteris* au port arborescent, par une grande profusion de Calamodendrées, par les *Dicranophyllum*, peut-être propres au plateau central, bref par une richesse et une variété de formes en grande partie nouvelles, que le terrain houiller moyen n'offre pas et qui signalent la fin de la période houillère, et lui réunissent par leur persistance au-delà, le terrain permien d'une manière plus étroite qu'on ne le pense généralement.

Aussi la flore houillère supérieure présente-t-elle chez nous, dans la composition botanique et la vigueur de végétation, un cachet de si grande originalité, que j'ai été sur le point de l'intituler *Flore houillère française* en tête de ce mémoire (2). »

(1) V. d'ailleurs le résumé synopt., p. 4.

(2) Flore carbonif., p. 447.

Les considérations de géotechnie qui terminent ce premier chapitre aboutissent à cette conclusion que les caractères tirés de la flore permettent seuls de déterminer l'âge d'une houille grasse ou maigre. Cette proposition est formulée en termes précis malgré les tendances un peu indécises des développements qui précèdent. Mais il faut observer que la composition chimique et les caractères physiques de la houille n'offrent pas de concordance bien démontrée ni avec les espèces, ni même avec les groupes de végétaux dont elle provient, quoi qu'en aient dit plusieurs géologues. J'ajouterai même que, dans le bassin du Nord de la France, les écorces de Lépidodendrons, de Sigillaires, les stipes de Fougères conservent très bien, dans les schistes houillers, leurs caractères de formes extérieures, sans qu'il reste aucune trace des différences que devait présenter la structure. La provenance d'un bloc de houille compacte, dépourvue d'empreintes végétales, est donc absolument indéterminable par toute voie directe.

Dans la première section du chapitre II, M. Grand'Eury établit d'abord les bases sur lesquelles il se propose de fonder la classification par étages des terrains houillers du centre de la France, classification qui constitue le but de ce chapitre.

Il reprend et expose, mais au point de vue de la Botanique systématique, les changements généraux subis par les groupes et les espèces de plantes carbonifères, puis les changements spéciaux observés dans l'épaisseur du bassin houiller de la Loire; il cherche de nouveaux éléments de classification dans les phases de la vie de ces groupes et de ces espèces de plantes; dans ce but, il examine l'évolution de l'espèce isolée, l'évolution des espèces affines, ainsi que l'évolution des genres et groupes ascendants et enfin il tâche de dégager la part des influences topographiques, des influences réciproques des plantes les unes sur les autres. Nous avons déjà remarqué en passant que M. Grand'Eury prend l'*étage* dans un sens restreint; il nous importe de saisir la définition qu'il en donne. Pour lui, « la catactéristique de l'étage consiste dans l'ensemble des groupes d'ordres inférieurs et des espèces de plus courte durée, ou en plein développement, considérés comme forme et comme nombre, c'est-à-dire au double point de vue de la flore et de la végétation (1). »

« Quant au système composé de plusieurs étages, il se caractérise par des liaisons de genres et d'espèces de plus longue durée; tel est le système stéphanois, dont les étages sont réunis par des types toujours nombreux, également répandus et qui ont eu une part notable dans la végétation...

» Les étages sont les dernières subdivisions naturelles du terrain houiller. Tel que nous les entendons, ils correspondent assez aux zones de végétation de M. Geinitz (2). »

L'application de ces principes conduit l'auteur à établir cinq étages dans le terrain houiller supérieur de Saint-Étienne et du centre de la

(1) Flore carbonif. p. 491.
(2) Flore carbonif., p. 492.

France, lorsque tous les géologues réunissent les terrains houillers moyen et supérieur en un seul étage. Ce système de classification appliqué à l'ensemble des formations géologiques conduirait logiquement à reconnaître plusieurs centaines d'étages. L'objection tirée du nombre ne prouve rien par elle-même; toutefois il faut bien convenir que les distinctions sont d'autant plus difficiles à justifier qu'elles sont plus nombreuses; les caractéristiques de ces étages par trop morcelés deviennent confuses, d'une vérification indécise pour peu qu'on s'éloigne de la localité qui a servi de type. L'étage est bien l'unité stratigraphique, mais cette unité s'applique à des membres d'une extension générale et d'une importance considérable dominant les accidents particuliers et les modifications locales. Sans contester la réalité ni l'intérêt des coupes établies par M. Grand'Eury, dans le terrain houiller de Saint-Étienne, plusieurs géologues hésiteront peut-être à leur conserver le nom d'étages. Quoi qu'il en soit, voici un aperçu de ces subdivisions.

Étage de Rive-de-Gier. — Nombreux *Stigmaria*, *Sigillaria tessellata*, *Lepidodendron Sternbergii*, *Lepidophloyos laricinus*, *Pseudosigillaria*, *Sphenophyllum saxifragæfolium*, *Schlotheimii*; d'autre part déjà *Sigillaria Brardii* et *spinulosa*, *Neuropteris flexuosa*, *Calamites ramosus*, *Annularia brevifolia* et *longifolia*, *Pecopteris polymorpha*, *pteroides*, *arborescens*, *nodosa*, *unita*, *v. major*, *Dictyopteris neuropteroides*; apparition des *Odontopteris*.

Étage des Cévennes. — Plantes moyennes encore plus ou moins représentées, mais subordonnées de plus en plus à la masse des autres qui sont supérieures. — Maximum des *Pecopteris polymorpha*, *emarginata*, *Bucklandi*, *pteroides*, *villosa*, *oreopteridia*, *Lamuriana*, *arborescens*, *Schlotheimii*, *candolliana*, sans *P. hemitelioides*; *Caulopteris peltigera*, *Cistii*, *macrodiscus*, déjà *Dictyopteris Schützei*, *Alethopteris ovata major*, *aquilina*; déjà *Walchia pinniformis*. — Cet étage est représenté à Carmeaux, Neffiez, surtout à Alais et à Bességes, il constitue avec l'étage précédent le terrain houiller sous-supérieur de M. Grand'Eury (v. p. 4).

Étage des Cordaïtées. — *Cordaites tenuistriatus*, *angulosostriatus*, *lingulatus*, *principalis*, *borassifolius*, *foliolatus*, *quadratus*, *Dieranophyllum* dominant le reste de la flore par l'abondance de leurs débris; de plus, encore *Pecopteris polymorpha* et *oreopteridia*, déjà *Alethopteris Grandini*, *Callipteridium ovatum* et *densifolium*, *Odontopteris Brardii*, nombreux *Psaronioeaulon*, *Calamites cruciatus* (vers le haut); peu de *Sigillaria* et de *Stigmaria*. Cet étage a plus de rapport avec le suivant qu'avec le précédent; il existe à la Grand'Combe (Saint-Etienne) à Blanzy (Auvergne).

Étage français des Filicacées. — Grande quantité caractéristique de fougères représentées par leurs frondes, leurs stipes gigantesques, de genres et d'espèces très variés. A leur maximum : *Pecopteris hemitelioides*, *cyathea*, *Alethopteris Grandini*, *ovata*, *gigas*, *Odontopteris Reichiana*, *Brardii*; espèces communes : *Pecopteris arguta*, *alethopteroides*, *cuneura*, *Tœniopteris jejunata*; espèces fréquentes : *Dictyopteris Brongniarti* et *Schützei*, *Annularia longifolia* et *brevifolia*, *Sphenophyllum oblongifolium* et *angustifolium*, *Calamites cruciatus*, etc.;

quantité extraordinaire de *Psaroniocaulon*, *Psaronius*, *Tubiculites*, *Stipitopteris* et *Aulacopteris*. — Ce sont les couches moyennes de Saint-Etienne.

Étage supra-houiller des Calamodendrées.—Grande masse de *Calamodendron* avec de nombreuses fougères arborescentes; *Annularia* et *Sphenophyllum* en voie de diminution, ainsi que les *Cordaites*. Espèces saillantes : *Odontopteris minor*, *obtusa*.

Local. : Avaize (Saint-Etienne), Saint-Bérain et Decazeville.

Étage ambigu permo-carbonifère — Déjà *Walchia pinniformis*, *filiciformis*, *hypnoides*, *Odontopteris obtusiloba*, *Tæniopteris abnormis*, *Calamites gigas*, *Callipteris conferta*. Ces plantes permiennes sont mélangées à un très grand nombre d'espèces houillères des étages précédents.

Étage permien de Rothliegende —Ensemble assez complet de plantes permiennes avec beaucoup de plantes houillères supérieures; les *Walchia* et les *Callipteris* par leur nombre et leur variété sont surtout caractéristiques; beaucoup d'écailles de poissons, d'Esthéries, comme à Ottweiler.

Local. : Bert (Allier).

Dans la seconde section de ce chapitre, M. Grand'Eury énumère les espèces fossiles constatées dans les divers bassins houillers isolés du centre et du midi de la France, appartenant au groupe supérieur ; puis, à l'aide de ces données, il fixe la place de ces dépôts sur l'échelle établie dans les pages qui précèdent. Ces énumérations et ces discussions seront une mine de renseignements précieux pour les botanistes qui voudront reprendre et approfondir, sur un point ou un autre, l'étude de ces flores anciennes.

Cette partie du travail de l'auteur est peu susceptible d'analyse, je me contenterai de citer quelque chose des résumés d'observations placés à la fin de l'étude de chaque groupe naturel de bassins D'après M. Grand' Eury, les bassins houillers de l'Auvergne (Brassac, Langeac, Lavaudieu) se rapportent entièrement à l'étage des cordaïtées, « qu'ils dépassent peut-être un peu en dessus à Bouxhors et qu'ils devancent en dessous à la Combelle, la flore s'accordant mieux en bas avec celle de Rive-de-Gier et en haut avec celle des couches inférieures de Saint-Étienne. »

Les terrains houillers adossés au Morvan comprennent les mines de Blanzy dont la flore est analogue à celle des couches inférieures de Saint-Étienne et paraît marquer le dessus de l'étage des cordaïtées ; à Saint-Bérain se dessine l'étage des calamodendrées ; les couches d'Épinac, près d'Autun, sont intermédiaires entre celles de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne ; tandis que les couches du Grand-Moloy appartiennent à l'étage des calamodendrées et les schistes bitumineux d'Autun sont à l'aurore du terrain permien.

Dans le centre, à Commentry, les fougères dominent à la grande couche avec accroissement des calamodendrons au-dessus.

Une grande somme d'analogies imposantes existent entre la couche moyenne unie aux couches supérieures de Commentry et celle de Decazeville, le faisceau moyen de Decize et les couches supérieures de Saint-

Etienne, de manière à ne pas laisser douter de leur parallélisme réciproque.

Dans le Sud-Ouest, le groupe de Cublac (Dordogne) et le bassin d'Aubin (Aveyron) ne semblent former qu'un étage qui serait celui des *Calamodendrées*.

Plus au sud, le bassin de Carmeaux, près d'Alby, se rattache à la première moitié du terrain houiller supérieur, au dessous des couches de Saint-Étienne; les couches houillères de Graissesac et de Neffiez sont du même âge que celle de Carmeaux, tandis que, à côté, des schistes à Neffiez même et à Lodève représentent le permien moyen.

Dans le Gard, la flore de Bessèges et de Molière est comparable à celle de Wettin; elle constitue l'étage des Cévennes; à la Grand'Combe, la couche supérieure de Champclauson se rapproche des couches inférieures de Saint-Étienne par le grand nombre de débris de *Cordaites*.

C'est à l'étage des Cévennes que le bassin houiller d'Aubenas dans l'Ardèche et celui de la Mûre dans les Alpes se rattachent de préférence.

Dans le Var, au Plan-de-la-Tour et à Saint-Nazaire-du-Var « il existerait un étage houiller tout à fait supérieur surmonté de quelques couches de Rothliegende inférieur. » Cependant M. Grand'Eury ajoute en note : « Quelques empreintes de Boson, que je dois à M. Clément Conti, révéleraient des couches plus inférieures dans ce terrain très condensé. » Cette remarque est d'accord avec la découverte faite par moi en passant, dans l'Estérel, du *Pecopteris dentata* et d'un *Sigillaria* cannelé quoique indéterminable d'ailleurs.

Le petit bassin de Ronchamp au pied des Vosges possède une flore plus analogue à celle de Rive-de-Gier qu'à celle de Saint-Étienne, presque identique à celle de la Combelle près de Brassac. Dans la Mayenne, le dépôt houiller de Saint-Pierre-la-Cour correspond aux couches moyennes de Saint-Étienne. Le terrain houiller supérieur serait enfin représenté à Kergogne près Quimper et en Basse-Normandie, à Littry et à Plessis.

Nous ne pouvons quitter le chapitre II sans attirer l'attention des lecteurs de la *Flore carbonifère*, sur la note importante de la page 483.

Lorsque des savants nombreux abusent de l'hypothèse, sans doute pour égayer une science de sa nature un peu aride, ou pour d'autres motifs extrinsèques, M. Grand'Eury a su résister au courant de la mode et préférer le sens commun au culte de la fantaisie. Cette fidélité aux préceptes d'une méthode rigoureuse est un mérite trop rare, qui lui assure nos félicitations les plus sincères.

Au sujet des espèces affines qui existaient lors de la période houillère, comme de nos jours, M. Grand'Eury examine cette question :

« Y-a-t-il eu transformation successive des espèces les unes dans les autres, suivant l'hypothèse séduisante de Darwin, ou des interventions constantes de la force créatrice, suivant Bronn? Le fait est qu'on ne voit pas les espèces se modifier à la longue dans le sens des espèces voisines et plus récentes. Certaines espèces isolées varient bien, ce semble quelquefois, mais dans un cercle qu'elles ne franchissent pas; et, au lieu de se préparer, à leur déclin, à engendrer d'autres espèces, on les voit plutôt

s'affaiblir et disparaître. Ainsi les variations du *Pecopteris unita* et d'autres espèces ne sont pas plus grandes que celles que l'on voit se produire de nos jours, dans un temps infiniment moindre, sous l'action de causes provocatrices plus puissantes et les changements succédanés des *Pecopteris subnervosa, Sphenophyllum truncatum*, continuent l'existence de ces espèces, dont elles sont les dernières manifestations, sans viser à d'autres types.

En des lieux très différents, les espèces de formes identiques passent à la fois par les mêmes phases, avec un ensemble et une simultanéité excluant, pour cause, la sélection, qui, par sa nature, n'aurait pu s'exercer que très inégalement d'un lieu à un autre, et dont par cela même les effets auraient varié beaucoup d'un lieu à un autre.

Sous un climat que nous avons vu uniforme dans l'espace et constant dans le temps, et dans des circonstances topographiques égales, les influences extérieures... ne sauraient même rendre compte des changements spécifiques de la flore quelque durée que l'on accordât aux actions extérieures agissant dans le même sens.

Les espèces en série ne paraissent pas davantage dériver les unes des autres par les anneaux d'une lignée continue; l'*Odontopteris minor*, si proche du *Reichiana*, se présente avec ses caractères propres, mêlé à celui-ci avant de le remplacer d'une manière si complète à la fois partout, que l'on ne peut concevoir que ce soit par l'action évidemment variable du transformisme sur les individus séparément.

Si l'on était porté à admettre, à la rigueur, avec quelques botanistes, que les espèces affines, semblables entre elles comme les courbes géométriques de même genre, sont issues d'une même souche commune, ce ne serait pas encore sans réserve, car dans le passé, à leur phase d'avénement, on les voit disjointes progressant côte à côte avec tous leurs caractères distinctifs.

Les types tranchés conservent leur distance : si les *Alethopteris Grandini* et *aquilina* sont contigus, ils n'admettent pas de modification dans le sens de l'*Alethopteris Lonchitis*...

Les groupes ont la même histoire que les espèces : au lieu de se subdiviser à la fin, ils s'épuisent, au contraire, et on peut remarquer que les plus voisins ne sont pas plus réunis entre eux par des formes intermédiaires que les genres de courbes d'une même fonction mathématique; ils se développent parallèlement sans le moindre contact d'une déviation collatérale; telles sont les *Odontopteris mixoneura* vis-à-vis des *Od. xenopteroides*.

On peut objecter, non sans raison, de tirer d'éléments aussi imparfaits que les empreintes fossiles des conséquences de l'importance de celles qui nous occupent; mais, d'un côté, tous les faits sont en faveur de la création indépendante, et, de l'autre, ils sont non moins contraires à la transformation.

La théorie de la progression, qui est apparemment vraie dans l'ensemble, ne se confirme pas dans les détails, puisque nous avons vu les types houillers même plus parfaits que leurs analogues vivants. »

Le chapitre III intitulé : *Raccordement et synonymie des couches du*

bassin houiller de la Loire, est moins développé que les deux premiers; plus spécialement consacré à l'étude des faits particuliers de la stratigraphie locale du bassin de Saint-Étienne, il intéresse moins à distance; il se prête plus difficilement d'ailleurs à une analyse rapide; cependant nous y trouverons encore de nombreuses considérations dont l'importance plus générale mérite d'être signalée. Par exemple, les observations de l'auteur sur la répartition des débris de plantes fossiles, sur les modifications locales de la flore et la valeur stratigraphique de ces modifications, sur la détermination botanique des zones, horizons, des groupes, séries, faisceaux de couches et des couches isolées, l'ont conduit à formuler des conclusions importantes. En voici quelques-unes. « Les plantes appelées à caractériser une flore sont très-irrégulièrement distribuées tant dans l'étendue que dans l'épaisseur des strates; si bien que, pour arriver à la connaissance des traits principaux d'une flore, il est nécessaire de les rechercher non seulement dans un seul massif de roches variées, mais à différents niveaux et à plusieurs endroits, sans faire trop de cas des espèces rares ou dont le gisement est limité à une strate. » — — « Nous croyons que, malgré tout, en tenant compte des différentes sortes de plantes, de leur proportion quantitative, de leur association sans négliger leur mode de conservation, on a toute chance d'obtenir des résultats certains, car la flore ne s'est jamais renouvelée la même à deux hauteurs différentes.

Dans la plupart des cas, un certain ensemble de plantes suffit à rapprocher les couches... Dans un même centre d'exploitation, je crois, par expérience, que les plantes fossiles peuvent servir à distinguer les couches avec un degré de certitude que ne comportent pas les caractères stratigraphiques dans le cas, qui n'est pas rare à Saint-Étienne, où les coupes de terrain varient notablement, souvent même à peu de distance (1). »

A la page 571, l'auteur rappelle que le bassin de la Loire compte trente couches d'au moins un mètre et plusieurs de 5 à 10 mètres, avec une production annuelle de 3,500,000 tonnes. Les grandes divisions géognosiques du bassin sont de bas en haut : 1° l'étage de Rive-de-Gier; 2° le conglomérat; 3° le système des couches de Saint-Étienne.

Le groupe des couches exploitées à Rive-de-Gier dans 100 mètres d'épaisseur de terrain comprend, de bas en haut, la Bourrue, de 1 mètre, les deux Bâtardes, de $2^{m},50$, et la Grande Couche, de 6 à 12 mètres. » Le groupe de Rive-de-Gier reparaît sur la rive gauche du Rhône à Ternay et Communay; d'autre part les analogies de la flore fossile le relient aux dépôts de la Mûre et de Chamounix, dans les Alpes.

Le conglomérat qui sépare l'étage de Rive-de Gier du système stéphanois pourrait bien atteindre jusqu'à 1000 mètres de puissance. Il commence par une assise de près de 200 mètres formant le toit des couches de Rive-de-Gier. Le conglomérat proprement dit est formé d'une alternance de poudingues grossiers, de grès et de schistes, surmontée d'une assise charbonneuse que l'on peut considérer comme un étage intermédiaire entre les couches de Rive-de-Gier et celles de Saint-Étienne.

(1) Flore carbonif., pp. 566-570.

Le conglomérat recèle un horizon quartzeux comprenant des dépôts dus à des sources siliceuses et alternant avec des roches houillères silicifiées pendant leur dépôt même; la butte de Saint-Priest est formée de ces bancs de quartz; sur divers autres points de l'horizon, on trouve des galets de quartz enfumé où M. Grand-Eury a remarqué toutes sortes de débris de plantes et notamment une multitude de graines bien conservées dont l'étude commencée par M. Brongniart est en voie d'achèvement. Les sources geysériennes qui ont produit ces quartz se rattachent propablement à l'éruption d'un nappe stratiforme de trapp (*talourine* des ouvriers) intercalée au même niveau. Cet horizon siliceux « marque une grande division géologique dans le bassin houiller de la Loire. «

Le système stéphanois mesure plus de 1200 mètres de puissance et compte, en dehors de la série d'Avaize, 16 couches de houille à classer.

M. Grand-Eury les a groupées de la manière suivante :

« 1° Zone des couches inférieures de Saint-Étienne, de la 16e, de la 15e, de la 14e et de la 13e (ou grande couche inférieure).

2° Faisceau des 9e, 10e, 11e et 13e couches.

3° Niveau de la 8e (ou grande couche moyenne).

4° Groupe de la 3e (ou grande couche supérieure) et de ses satellites en dessous (4e, 5e 6e et 7e) et en dessus (2e et 1e).

5° Horizon de la couche des Rochettes.

6° Série d'Avaize.

La zone des couches inférieures correspond à l'étage des cordaïtées établi précédemment.

Les trois groupes suivants appartiennent à l'étage des Filicacées; la végétation spéciale de la 8e couche établit une subdivision naturelle dans cet étage.

Dès la couche des Rochettes, les calamodendrées apparaissent en grande quantité.

La série d'avaize déjà pauvre en houille est continuée à Montrambert « par une longue alternance presque stérile de grés grossiers et de schistes micacés, plus ou moins chloriteux, ayant peut-être près de 500 mètres d'épaisseur. » La flore accuse un acheminement marqué à celle du Rothliegende. Le terrain houiller de la Loire est morcelé par des failles très nombreuses que M. Grand'Eury rapporte à « six axes formant trois couples de directions perpendiculaires. » Des érosions d'une puissance énorme ont d'ailleurs enlevé des portions entières du bassin primitif et n'ont respecté que les couches abritées dans les bas-fonds de telle sorte qu'il est impossible de se faire une idée des limites et du développement que le terrain houiller possédait à la fin de son dépôt.

L'auteur termine son grand travail par cette conclusion peu d'accord avec les théories de Lyell « Tout concourt à établir que le passé que nous cherchons à faire revivre est, dans la mesure des changements géologiques, aussi différent du présent qu'il en est éloigné. »

L'abbé Boulay,
Prof. à l'Univ. cath. de Lille.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIQUE.

—

Le renouvellement de l'année donne régulièrement naissance à une série de recueils fort précieux au point de vue scientifique ; je veux parler des Annuaires. Je crois faire chose agréable aux lecteurs de la Revue en les leur signalant comme des sources, où ils pourront puiser une foule de renseignements d'un usage quotidien en science, qu'il serait malaisé de rencontrer ailleurs dans une disposition aussi facile, avec autant et d'aussi sérieuses garanties d'exactitude.

Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1878. C'est bien, si je ne me trompe, le plus vénérable des recueils de ce genre ; il pourra bientôt célébrer son centenaire. Il parut pour la première fois en 1795, par les soins du Bureau des Longitudes, qui depuis lors n'a cessé d'y publier, chaque année, les éléments astronomiques usuels tirés de la *Connaissance des temps*, la principale et la plus importante de ses publications. On n'en a jamais fait — on n'en fait pas encore — l'objet d'une lecture suivie et agréable, mais que de fois on consulte ses tableaux, ses données, ses statistiques, que de fois on y va chercher les chiffres précieux, éparpillés dans cent autres ouvrages, rassemblés ici, et dont il serait ridicule — en supposant que ce fût possible — de surcharger sa mémoire. Pourtant l'attrait le plus vif de ce petit volume n'était point là ; l'on passait d'un bond calendriers, tableaux et statistiques, pour arriver au bout et y découper tout d'abord les dernières feuilles. C'est que depuis longtemps

on y pouvait trouver les magnifiques notices scientifiques, signées des noms d'Arago, de Delaunay, de Faye, etc...

L'Annuaire proprement dit (levers et couchers des planètes, passage au méridien, etc.) venait ensuite; encore se bornait-on à le découper au jour le jour; puis, suivant les circonstances, c'était tel tableau ou tel autre. Il pourrait bien se trouver, dans la bibliothèque de plus d'un savant, des numéros de l'Annuaire avec les quatre ou cinq cents premières pages à peu près intactes; mais que la notice scientifique n'y fût pas découpée, ne portât pas la trace d'une lecture répétée, cela m'étonnerait.

L'Annuaire de cette année a subi de notables modifications.

Les calendriers et en général les données chronologiques ouvrent la marche. Calendrier julien, grégorien, républicain, israélite, musulman... avec la table de leurs concordances pour l'année grégorienne 1878. Le calendrier astronomique, comportant les levers, couchers, etc... du Soleil, de la Lune, de Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne et Uranus, est mis en regard, comme toujours, du calendrier des saints catholiques. C'est l'*Annuaire de l'Observatoire de Belgique*, dont nous parlerons tantôt, qui me fait insister sur cette remarque.

Viennent ensuite les faits astronomiques : éclipses, occultations de planètes, positions d'étoiles,... éléments des planètes du système solaire, jusqu'à la dernière découverte. On en a trouvé six nouvelles en 1877, toutes entre Mars et Jupiter : Maria, Ophélie, Baucis, Idunna et deux que l'on n'a pas encore baptisées.

Je reconnais volontiers que ces derniers tableaux sont à l'usage presque exclusif des astronomes, mais il en est tout autrement de ceux qui vont suivre : valeur et comparaison des mesures en cours dans les différents pays du monde; valeur et comparaison des monnaies en cours; tableau des temps nécessaires à l'amortissement d'un capital quelconque, étant donnés les taux de l'intérêt et de l'amortissement; tableaux donnant la valeur de 1 franc, placé à intérêts composés, à un taux variant de 2 1/2 à 6, après un nombre d'années variant de 1 à 34, etc., etc... Tout dans cette nouvelle série de tables, se rapporte de manière ou d'autre au culte du dieu Mammon, et comme en ces temps-ci, le nombre de ses adorateurs est fort grand, fort grand est le nombre de ceux qui pourraient en faire leur livre d'heures.

Je signale tout spécialement le long travail qui vient ensuite. Il porte le titre de géographie et statistique, et comprend cinq parties. La première donne les hauteurs comparées des principales montagnes du globe, la longueur comparée des principaux fleuves, la superficie et la population des différents états. La deuxième donne, pour l'Afrique, l'Asie, l'Océanie et l'Amérique, le relief du sol, la longueur des cours d'eau et l'étendue des lacs, la superficie, la population et la densité des états, des provinces et des villes. La troisième fournit les mêmes données pour l'Europe; la quatrième pour la France, et la cinquième pour les possessions françaises; ces deux dernières s'étendent jusqu'aux villes de 10,000 habitants et s'appuient sur le recensement de 1876.

Suivent quelques tableaux météorologiques; celui des corps simples et de leurs équivalents; celui des densités des gaz, des liquides, des solides : corps simples, minéraux divers, bijoux, roches, etc. Comme introduction aux données numériques relatives à la thermochimie, M. Berthelot a fourni à l'Annuaire un résumé de la thermochimie elle-même. J'estime que c'est le travail le plus important de ceux que renferme le volume. On entend répéter, de nos jours encore, que la chimie est une science en voie de formation, une vaste agglomération de faits sans lien logique, une étude de mémoire sans charme intellectuel, et l'on couvre de ce dédain trop leste une ignorance dont on ne veut pas rougir. Qu'on étudie le travail que j'indique, qu'on le rapproche des théories chimiques universellement admises aujourd'hui, et l'on trouvera que ces faits si nombreux sont admirablement groupés en un corps de doctrine magnifique, rattachés à des principes féconds, dont l'esprit fait jaillir des conclusions théoriques que l'expérience vérifie chaque jour à souhait, et que l'intelligence y manœuvre au milieu de ces lois comme au milieu des lois mathématiques. Si la chimie rebute encore certains esprits, la cause en peut être trouvée dans Fontenelle; l'aimable vieillard cherchait à expliquer la défaveur qui frappait de son temps les mathématiques et la physique : « On traite volontiers d'inutile, disait-il, ce qu'on ne sait pas. C'est une espèce de vengeance; et comme les mathématiques et la physique sont assez généralement inconnues; elles passent assez généralement pour être inutiles. La source de leur malheur est manifeste; elles sont épineuses, sauvages et d'un accès difficile. »

Enfin arrivent, après les tableaux de la dilatation des corps, des points de fusion, d'ébullition, de vaporisation, des indices de réfraction, etc., les notices scientifiques dont nous avons déjà dit plus haut l'attrait habituel.

Cette année, M. Faye traite de la météorologie cosmique; on y retrouve aisément les grandes qualités de l'auteur, la méthode, l'exposition, le style et cette allure assurée d'un esprit qui se sent chez lui, au milieu des théories qu'il développe et des idées qu'il expose.

Il y a deux manières pour l'homme d'arriver à la vérité scientifique. Il peut la déduire d'une vérité déjà connue par voie de développement logique; il peut l'apercevoir ressortant des données patiemment recueillies par une observation continue et studieuse. C'est évidemment à la seconde manière que la météorologie doit recourir. Elle n'a pas jusqu'à présent ces lois générales, embrassant dans une synthèse unique, tout un ensemble de phénomènes connus. Elle en est encore à observer les faits et à les classer par groupes, d'après leurs affinités ou leur voisinage. Or les faits se présentent à elle, fort nets et fort précis, mais absolument muets, dans la plupart des cas, sur la cause qui les a engendrés. Que fait-elle alors? Elle les range en séries parallèles et cherche, entre ces diverses séries, des rapports; le seul qu'elle découvre est généralement un rapport de contemporanéité ou de succession immédiate? Est-elle en droit de transformer ce rapport découvert en un rapport de causalité? Toute la question est là. Et c'est précisément l'objet du travail de M. Faye, d'apprécier la légitimité de quelques transformations de ce genre.

On avait remarqué, disait-on, que le temps changeait avec la lune... de là des conclusions sur l'influence causale que la lune exerçait à l'endroit des phénomènes météorologiques. A peine est-il nécessaire de s'arrêter à ce vieux préjugé de campagne ; le fait même sur lequel on l'appuie est manifestement inexact. Des changements de temps arrivant presque tous les jours, il est naturel que bon nombre d'entre eux coïncident avec la nouvelle lune ; mais le nombre est bien plus grand de ceux qui n'ont aucune coïncidence avec elle. En rejetant l'influence de la lune sur le temps, M. Faye montre combien est vaine l'opinion de ceux qui accordent quelque action à la chaleur que la lune réfléchit vers la terre. Tandis que la chaleur solaire maintient notre température moyenne à 288° au-dessus de zéro absolu, la chaleur lunaire l'élèverait à peine à 0°,00036 !

La lune étant éliminée du nombre des causes météorologiques, M. Faye passe à éliminer encore l'univers stellaire. « Admettons, ce qui pourrait être bien loin de la vérité, que les vingt millions d'étoiles que le télescope de Herschel permettait de discerner, soient en moyenne, de même grandeur et de même éclat que le soleil. Comme on ne peut porter la distance moyenne de ces étoiles à moins de dix millions de fois la distance de la terre au soleil, la lumière de chacune d'elles sera affaiblie dans le rapport de l'unité au carré de dix millions. Or, en multipliant ce très petit rapport par le nombre total des étoiles considérées ou 20 000 000, on n'a pour la lumière totale de l'univers stellaire, perceptible dans le susdit télescope, que $\frac{1}{5000000}$ de la lumière du soleil. » En présence de l'action du soleil une aussi minime influence disparaît, et l'on est rigoureusement en droit de n'en point tenir compte.

Mais il n'y a pas lieu davantage de tenir compte de notre système planétaire. Au reste « personne ne s'est encore avisé de rechercher quelle action Vénus ou Jupiter exerce sur nos thermomètres. »

Reste donc le soleil comme grand et unique moteur de tous les phénomènes météorologiques. Mais comment son action se produit-elle ? Avant de répondre, M. Faye s'étend sur une question de méthode très importante en météorologie et partout ailleurs ; nous ne la résumerons pas, car il y a là des leçons que tout savant doit lire. Puis, il applique ses principes à la discussion de l'influence de Jupiter sur les taches du soleil. On sait que les taches du soleil constituent un phénomène périodique. Le maximum de leur nombre se représente de onze en onze ans. On sait d'ailleurs que la durée de la révolution de Jupiter est de 11 ans, 861979, et que, par suite, sa distance au soleil passe tous les onze ans par un minimum et à même intervalle par un maximum. Une concordance de ce genre avait fait penser que Jupiter intervenait dans la production des taches solaires On aurait eu grand'peine à imaginer le comment de son action, mais l'esprit humain supporte avec peine l'ignorance des causes et, pour en sortir, il enjambe d'autres difficultés que celle-là. — Malheureusement la concordance qui servait de base à ce système, après avoir été fidèle de 1750 à 1760, commença à faire défaut et atteignit en 1780 un désaccord parfait, qui à son tour, se maintint jusqu'en 1860. — L'origine de ces ré

sultats contraires est tout entière dans la différenee légère qui sépare les deux périodes : 11 ans, 1 pour les taches; 11 ans, 9 pour Jupiter. Cette différenee ne devient sensible qu'après un nombre assez considérable d'années; avec le temps elle se prononce davantage et deux phénomènes, qui semblaient d'abord si intimement unis, apparaissent manifestement étrangers l'un à l'autre.

Autre question : l'influence des taches du soleil sur le magnétisme terrestre. M. Faye ne l'admet pas. Ce sont là encore des phénomènes périodiques : les variations annuelles de l'oscillation diurne de l'aiguille aimantée ont une période de 10 ans, 45. La période des taches est de 11 ans, 1. Il a y donc désaccord entre elles et dès lors il faut renoncer à mettre entre les deux phénomènes une relation de causalité. Mais un désaccord si léger ne peut-il pas être mis sur le compte des erreurs d'observation? Soit, répond M. Faye; mais alors il faut au moins établir *a priori* qu'il existe un lien entre les taches du soleil et les variations de la boussole; ee serait le seul moyen de justifier une relation de cause, que l'absence de contemporanéité dans les phénomènes ne nous permet pas d'établir. Or, le seul lien qui puisse exister entre ees deux séries de variations, serait une variation dans la chaleur émise par le soleil, du fait même de l'existence des taches en nombre plus ou moins grand. Mais M. Langley vient de prouver que la présence des taches, même à l'époque de leur maximum, ne diminue la radiation solaire que de 0,001016; ce qui se traduit pour nous par un abaissement de température oscillant entre 0°,1 et 0°,05. La conclusion va de soi. Une si faible influenee est incapable des effets qu'on lui attribue.

Il en est tout autrement de l'oseillation diurne de l'aiguille aimantée et de l'oscillation diurne du baromètre. Ici la concordance est parfaite; l'on sait l'intermédiaire par lequel le soleil agit sur la boussole; ce n'est autre chose que l'état électrique de l'atmosphère, déterminé lui-même par la chaleur solaire. D'autre part, M. Faye établit l'intermédiaire par lequel le même astre agit sur la eolonne barométrique : ee sont les masses d'eau que la ehaleur du soleil évapore, et dont la circulation aëro-tellurique modifie si profondément l'équilibre des eouches atmosphériques qu'elle traverse.

Nous n'analyserons plus eette partie positive du travail de M. Faye. Nous l'affaiblirions. Nous préférons laisser aux lecteurs le charme de suivre cet esprit si lucide et si net,dans l'exposition d'un système dont il est le créateur et qui semble destiné à renouveler les bases de la météorologie. Nous conseillerons seulement de rapprocher de ce travail les théories de M. Faye sur la production des tempêtes.Ces deux théories se touchent de près par mille endroits et se complètent

L'Annuaire du Bureau des Longitudes se ferme par une note de M. Janssen sur le réseau photosphérique solaire. Une magnifique photographie d'une région de l'astre accompagne cette intéressante communication, et montre aux yeux — ce que l'esprit concevrait assez difficilement — comment, au milieu de ces granulations brillantes, s'élèvent et s'entrecroisent des côtes qui divisent la surface de l'astre, comme on voit, dans

des plaines sablonneuses labourées par le vent, des crêtes et de petites chaînes de montagnes, simuler sur le sol, l'aspect fugace d'une mer agitée.

Je me suis étendu longuement sur l'Annuaire du Bureau des Longitudes. Je voulais travailler pour ma faible part à le répandre. J'ajouterai dans ce même but, et sans y mettre de malice, que ce volume de plus de 700 pages, grâce aux traditions et au rare désintéressement de son éditeur, M. Gauthier-Villars, se vend au prix minime de 1 franc 50.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles. L'Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles a paru pour la première fois en 1834. Depuis deux ans, c'est-à-dire depuis la mort de Quételet et la nomination de M. J. C. Houzeau à la direction de l'Observatoire, il a été rédigé sur un plan nouveau. Cette modification lui a donné un intérêt qu'il n'avait pas eu toujours pendant les 43 premières années de son existence. Certes, les tableaux de statistique que l'on y rencontrait et vers lesquels Quételet concentrait une bonne partie de ses études, avaient un mérite et une importance incontestables, mais on pouvait se lasser à la longue de les revoir tous les ans, dans une publication dont le but semblait étranger à ce genre de recherches. Ces tableaux ont donc disparu.

Ici encore les calendriers ouvrent le volume : on y remarque une innovation dont j'avoue ne pas saisir l'utilité. Le calendrier catholique, celui où en regard de chaque date se trouvaient rangés les saints dont nous portons les noms, a été *séparé*, comme semblait le dire l'avertissement, des éphémérides astronomiques. Soit ; il n'y avait aucune raison particulière, autre que l'usage immémorial, pour joindre deux choses d'ordre fort différent. Mais ce pauvre calendrier n'a pas seulement été séparé du calendrier astronomique, il a été supprimé. Le seul vestige qu'on en découvre encore est une série de 30 fêtes catholiques, rangées après les fêtes civiles, avant les fêtes protestantes et les fêtes israëlites. Pourquoi ce changement et quel avantage y peut-on bien trouver? Affaire de *principes* peut-être.

Une note excellente sur le tracé d'une méridienne par le passage d'une étoile, le tableau des comètes calculées par une apparition, et des tableaux de poids et de mesures, suivent immédiatement les calendriers.

Vient ensuite un travail très important : la table chronologique des découvertes en météorologie ; il fait pendant à un travail analogue publié l'année dernière : la table chronologique des découvertes en astronomie. Les renseignements bibliographiques y sont donnés avec beaucoup de précision et de détails. Ce travail dénote une érudition scientifique peu commune et de nombreuses, patientes et laborieuses recherches. C'est un service inappréciable rendu aux savants d'avoir réuni tant d'indications de sources précieuses, et d'en avoir fait comme le canevas d'une histoire générale de la météorologie et de l'astronomie.

Dès l'année dernière l'Annuaire avait donné, sur la configuration du sol belge, des détails nombreux et précis, il avait marqué les altitudes des points culminants de chacune des lignes de faîte qui traversent notre

pays, en y ajoutant la cote des points correspondants du thalweg qui sépare deux faites consécutifs. Cette année, après avoir mis en tableau, par provinces, la position géographique de tous les chefs-lieux de cantons et leur altitude, il parcourt, en donnant leurs cotes, les lignes de séparation des formations géologiques. Ce travail est suivi d'une note du major Adan sur les nivellements belges. Il y a de vrais trésors de documents dans ces trois chapitres et, si je ne me trompe, c'est à la commission militaire chargée de la carte du pays que nous en devons le bénéfice.

La deuxième partie de l'Annuaire est exclusivement consacrée à la météorologie. On sait que, depuis deux ans, un service météorologique assez étendu a été établi en Belgique. Environ trente stations secondaires, disséminées par tout le pays, communiquent à l'Observatoire de Bruxelles leurs observations journalières. Leur nombre atteindra bientôt quatre-vingts. J'espère rendre compte, dans la Revue, de leur organisation et de leur fonctionnement. Aussi ne m'arrêterai-je pas longtemps à cette partie de l'Annuaire. Toutefois je signalerai un travail de M. Van Rysselberghe sur les tempêtes d'Europe; l'étude très remarquable des orages en Belgique par M. Lancaster, et une note intéressante de M. Hooreman sur la déclinaison de l'aiguille aimantée.

On le voit, l'Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles suit un autre plan que l'Annuaire du Bureau des Longitudes. Les notices scientifiques y occupent une place plus large, et par suite présentent à la lecture plus d'intérêt et plus d'aliment. Dans la voie où ce recueil est engagé depuis deux ans, il peut remporter de grands succès et rendre de plus grands services.

Annuaire de l'Observatoire de Montsouris. L'Annuaire de l'Observatoire de Montsouris, plus jeune que ceux que nous venons d'analyser — il n'a que quatre années d'existence — présente un tout autre caractère. Il est exclusivement réservé à la météorologie, mais il ne se borne pas à la météorologie pure; il l'étudie encore au point de vue de l'hygiène et de l'agriculture. De là les trois sections que comprend l'Observatoire de Montsouris : la première chargée de la météorologie proprement dite; la deuxième, de l'analyse de l'air et des eaux météoriques; la troisième, de l'étude microscopique des poussières suspendues dans l'air et dans l'eau. L'Annuaire publie les résultats de ces recherches, mais en les faisant précéder d'une description très complète des instruments, enregistreurs et autres, mis en usage à Montsouris. De belles gravures sur bois accompagnent ces descriptions, et l'on conçoit l'intérêt qu'elles inspirent à ceux qui se sont occupés ou s'occupent encore de ces questions importantes et délicates.

Il est bien évident que les observations directes, celles où l'observateur consulte lui-même ses appareils et inscrit, à heure fixe, les indications qu'ils fournissent, seront généralement préférables, parce qu'elles présenteront plus de caractères d'exactitude. Mais il est évident aussi que souvent le personnel ne peut suffire à la besogne, si l'on veut donner aux observations une continuité suffisante. De là le besoin d'appareils enre-

gistreurs. Il y a longtemps qu'on s'est ingénié à les imaginer et à les construire. Qui ne connaît l'antique barométrographe de Kreil, et le météorographe plus moderne du P. Secchi. Ces appareils à leur naissance n'ont pas laissé d'inspirer quelque enthousiasme parmi les météorologistes. On en est revenu aujourd'hui. Tous deux ne marquent les observations que de cinq en cinq minutes! Je me souviens qu'au temps où le météorographe Secchi appelait les yeux de tous les visiteurs de l'Exposition universelle, le P. Perry, de l'Observatoire de Stonyhurst, le dédaignait quelque peu. Il est vrai que dès lors le P. Perry avait, dans les caves de son Observatoire, des appareils photographiques, traçant sur des bandes sensibilisées, à chaque instant du jour et de la nuit, sans une seconde de discontinuité, toutes les indications météorologiques depuis les hauteurs du baromètre, jusqu'aux variations de l'aiguille aimantée.

C'est à ce dernier système, à la photographie continue de tous les instruments, qu'on s'est arrêté dans tous les observatoires de premier ordre. Mais il demande des emplacements spéciaux, des appareils séparés, et exige des manipulations nombreuses et fastidieuses. On le voit, tous les systèmes ont leur défaut.

Il est certes fort agréable d'avoir sous les yeux, en un seul coup d'œil, sans grand embarras, toutes les données essentielles en météorologie. Le météorographe Secchi s'y prête; le météorographe Bréguet, décrit dans l'annuaire pour 1877, s'y prête encore mieux; avec plus de simplicité du moins, mais peut-être avec moins d'exactitude. Le météorographe Van Rysselberghe, l'emporte encore à certains points de vue, et l'on ne peut qu'applaudir à son introduction dans notre pays. Mais la nécessité de réunir tous les stylets enregistreurs sur un même tableau oblige à faire des transactions avec la rigueur et l'exactitude. Je remarque que tous les météorologistes expérimentés retournent aux appareils distincts, et que les météorographes complets se réfugient dans les observatoires secondaires.

En dehors de ces observatoires, et du moment où des ressources plus larges le permettent, c'est aux appareils distincts qu'il faut recourir. A ce point de vue, l'Annuaire de Montsouris a, cette année, la bonne fortune d'en signaler plusieurs très remarquables et tout nouvellement imaginés.

D'abord un baromètre à balance, disposé et construit par M. Salleron. L'appareil est parfaitement élégant et d'une délicatesse extrême : la tige du baromètre est en fer et fixe, la cuvette est portée par le fléau de la balance et un flotteur y maintient, en dépit des oscillations, le niveau du mercure à une hauteur invariable. Les indications sont inscrites par l'aiguille du fléau sur un cylindre au noir de fumée mis en mouvement par une pendule.

On doit encore à M. Salleron les thermomètres enregistreurs à réservoir sec et à réservoir humide. Ces réservoirs, installés à l'ombre communiquent, par des tubes plus ou moins longs, avec la salle d'enregistrement où ils se terminent par un appendice analogue aux tubes des baromètres Bourdon. La dilatation ou la contraction de l'alcool dont ils sont remplis se traduit par des variations de courbure dans l'appendice,

et celles-ci, agrandies par un jeu de leviers, s'inscrivent sur un cylindre mis en mouvement uniforme par un appareil d'horlogerie.

Citons de plus un électromètre enregistreur de Salleron, fort remarquable et fort simple. L'électromètre employé est celui de Thompson, modifié par M. Branly. La lame d'aluminium superposée aux secteurs, porte un petit miroir. Celui-ci reçoit un rayon lumineux qu'il réfléchit sur un cylindre recouvert de papier photographique. On devine le reste.

Enfin, je ne saurais ne pas signaler l'enregistreur Salleron pour l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée. C'est encore un miroir porté par le barreau magnétique qui promène, dans ses variations, un rayon lumineux réfléchi sur une feuille sensibilisée : la simplicité et l'élégance de l'appareil sont vraiment surprenantes.

Je ne puis tout citer; mais je crois pouvoir promettre au lecteur de très agréables moments. Seulement je le préviens : Jules Simon dans un de ses ouvrages dépeint la pauvre ouvrière, s'en allant le samedi, à travers les rues de nos capitales, reporter à ses maîtres son travail de la semaine; il décrit merveilleusement ce qui se passe dans ce pauvre cœur, à la vue de ces toilettes, de ce luxe, de ces vitrines ruisselantes de diamants... Rien de tout cela n'est fait pour elle. Il se passe quelque chose de semblable dans le cœur des observateurs qui lisent nos ouvrages de science et en particulier l'annuaire que je viens d'analyser, quand Dieu ne les a pas dotés des dons de la fortune ou mis en rapport avec les budgets gouvernementaux. Un peu de philosophie les conduit à la résignation, mais même après y être arrivés, il leur reste un grain d'envie, et l'envie n'est jamais dans le cœur sans y apporter quelque tristesse; rien de tout cela n'est fait pour eux.

Mouvements gyratoires de l'atmosphère. Théorie de M. Faye. — Dans le Bulletin de Physique du mois de juillet 1877, le P. Delsaulx exposait à grands traits la théorie de M. Faye sur les mouvements gyratoires de l'atmosphère. Cette théorie nouvelle avait provoqué, chez quelques savants, je ne sais quelle impression d'effroi. A quoi bon désormais la météorologie ancienne? M. Faye a répondu lui-même à cette crainte dans une lettre à M. Moigno. Il y résume parfaitement sa doctrine en une double série de lois dont la première énonce les circonstances du phénomène tel qu'il se manifeste aux approches du sol, et dont la seconde rattache le phénomène à ses causes.

Les voici :

1° Toute tempête est un mouvement gyratoire (autour d'un axe vertical) dont le centre décrit avec une vitesse accélérée, à travers les mers et les continents, une immense trajectoire curviligne de forme à peu près constante, commençant dans la zone équatoriale et tournant sa concavité vers l'Est.

2° Sur l'hémisphère boréal ces mouvements gyratoires s'opèrent de droite à gauche, en sens inverse des aiguilles d'une montre. Sur l'hémisphère austral le contraire a lieu; ils tournent de gauche à droite.

3° Il n'y a pas d'exception.

C'est en s'appuyant sur ces lois que les météorologistes des États-Unis précisent cinq ou six jours à l'avance l'arrivée en Europe des ouragans dont ils ont observé le début sur leur territoire et pendant que le cyclone annoncé traverse l'Atlantique avec la vitesse d'un train express, l'Europe prévenue a le temps de prendre ses précautions.

Voici maintenant la genèse de ces courants dévastateurs :

1° Toutes les tempêtes, quelque nom qu'on leur donne : ouragans, bourrasques, cyclones, typhons, tornados, trombes, foehns, sirocos, simouns, etc., sont des mouvements gyratoires descendants.

2° Ils naissent dans des courants supérieurs de notre atmosphère aux dépens des inégalités de vitesse de ces courants, tout comme les tourbillons de nos cours d'eau; ils suivent le fil de ces courants, en sorte que leur immense trajectoire, observée par nous en bas, n'est autre chose que la projection des courants supérieurs.

3° L'énorme action mécanique que ces gyrations exercent sur la mer ou sur le sol des continents au sein du calme le plus profond, dans les couches inférieures, est due tout entière à la force vive des courants supérieurs. Les gyrations descendantes ne sont autre chose qu'un appareil presque parfait de transmission de force, dans le sens vertical, avec une concentration très énergique en bas.

4° Ces mouvements gyratoires vont en s'amplifiant. Ils sont susceptibles de se segmenter à la rencontre de certains obstacles. Ils reproduisent alors des tourbillons partiels semblables au tourbillon primitif et suivant à peu près la même trajectoire.

Liquéfaction des derniers gaz permanents. Le mois de décembre de l'année dernière a été marqué par une série d'expériences, instituées simultanément, à Paris par M. Cailletet, et par M. Raoul Pictet à Genève, et couronnées des deux côtés par un succès qui ne laisse plus de place au désir. Les journaux les ont annoncées sur-le-champ, mais il est bon d'y revenir pour prendre note des résultats auxquels elles ont conduit.

On sait que Faraday, Thilorier, Natterer, etc., par des procédés trop connus pour qu'il faille les décrire ici, étaient parvenus à rendre liquides la plupart des gaz connus. Ils obtenaient ce changement d'état dans les corps soumis à leurs recherches, tantôt par la pression que la masse gazeuse exerçait sur elle-même en se développant dans une enceinte étroite et invariable, tantôt en ajoutant à cette pression automatique l'action d'un réfrigérent extérieur, tantôt enfin en remplaçant la pression intestine du gaz par une pression mécanique, venue du dehors, et qui, sans rien ajouter à la masse gazeuse, se bornait à réduire énormément son volume.

L'hydrogène, l'azote, l'oxygène, le bioxyde d'azote, l'oxyde de carbone et le gaz d'éclairage s'étaient montrés seuls réfractaires à toutes les tentatives et persistaient à ne se présenter que sous la forme gazeuse. On les appelait permanents, non pas qu'on les crût inaptes à prendre l'état liquide, mais pour marquer l'insuccès des efforts déployés dans ce but.

Berthelot les soumit à des pressions de 800 atmosphères, Natterer à des pressions de 2790 atmosphères. Andrews réduisait leur volume à n'être que la 680me partie du volume primitif. Rien n'y faisait : ces gaz s'obstinaient à demeurer gaz.

A l'heure qu'il est, tous sont réduits et il n'en est plus un seul qui n'ait passé par l'état liquide.

La séance de l'Institut où se fit la première annonce officielle de ces succès brillants présente je ne sais quelle solennité.

M. Dumas évoque le souvenir de Lavoisier, le créateur de la chimie moderne, et lit un passage de ses œuvres où ce vaste esprit semble pressentir des découvertes qui suivront sa mort de près d'un siècle. Puis, devant cette ombre évoquée, et comme en son honneur, M. Cailletet lit une note où il annonce avoir liquéfié le 16 décembre, l'oxygène, l'oxyde de carbone, et le bioxyde d'azote. L'Académie reçoit ensuite communication d'un télégramme de M. Pictet, daté du 22 décembre à 8 h. du soir : « Oxygène liquéfié aujourd'hui sous 320 atmosphères et 140 de froid par acides sulfureux et carbonique accouplés. Raoul Pictet. »

M. H. Sainte-Claire Deville, qui avait été présent à l'expérience du 16 décembre, faite par M. Cailletet au laboratoire de l'École normale, ajoute son témoignage à celui de l'opérateur, et explique le retard mis à la divulgation de ses résultats. M. Jamin, M. Dumas, M. Berthelot, M. Regnault prennent successivement la parole, et l'on retrouve dans leurs discours, la forme particulière, un peu froide et sévère, de l'enthousiasme de ces vieux savants.

La question de priorité n'était pas douteuse, et M. Cailletet devançait de six jours son collègue de Genève. Au reste, en admettant que tous deux, le même jour et à la même heure, fussent arrivés au même résultat, les procédés mis en œuvre tranchaient si bien, que les deux découvertes n'en eussent pas moins été parfaitement originales.

L'appareil de M. Cailletet est fort simple. Un tube de diamètre assez étroit, fermé par le haut et recourbé au bas en syphon ouvert, présentant d'ailleurs avant la courbure un renflement considérable, est rempli du gaz à liquéfier. On maintient le tube horizontal pendant le remplissage, et on y glisse une gouttelette de mercure qui va se loger dans la partie renflée. Au moment où on relève l'appareil, la gouttelette tombe dans le syphon et enferme le gaz. L'éprouvette ainsi remplie est introduite dans l'appareil compresseur : une presse hydraulique ordinaire, munie d'un robinet conique isolant à volonté la pompe des appareils auxquels elle est reliée, et d'un robinet à détente permettant de ramener subitement la pression obtenue à la pression normale.

Des manchons à réfrigérants entourent la partie supérieure de l'éprouvette, qui émerge hors du compresseur. La simple pression aidée d'un refroidissement modéré ou même sans son secours amène la liquéfaction de plusieurs gaz. L'acétylène s'y est liquéfié même à 31°, le byoxyde d'azote à — 11°; et dans ces cas, comme d'ordinaire, ce qu'on ajoute à la pression on peut l'enlever au froid. Mais pour d'autres gaz, pour l'oxygène et l'oxyde de carbone, par exemple, même sous 300 atmosphères

et à — 29°, l'état gazeux persévère. Or, voici l'origine du succès de l'expérimentateur; sans avoir besoin de recourir, ni à des pressions effrayantes comme celles qu'atteignit Natterer et qui ne lui donnèrent aucun résultat, ni à des procédés frigorifiques qu'il est fort difficile de mettre en œuvre, il fait intervenir un phénomène fort simple, d'une puissanee immense : la détente. En tournant le robinet de détente il amène soudainement la pression intérieure de 300 atmosphères à 1 atmosphère. Le gaz dégagé de la pression à laquelle il était soumis, reprend d'un bond son volume primitif, mais il ne saurait effectuer ce travail de dilatation qu'aux dépens de sa chaleur propre, il l'épuise à le fournir, et, suivant la formule de Poisson, en supposant la pression de 300 atmosphères, et la température au moment de la détente celle de la glace fondante, il y perd 533° de température. Sous l'action d'un refroidissement aussi intense, M. Cailletet a vu l'oxyde de carbone, le bioxyde d'azote et l'oxygène se précipiter dans l'éprouvette sous forme d'un brouillard épais. L'azote pur et sec, à 13°, amené à la pression de 200 atmosphères, puis détendu, présenta le même phénomène. L'hydrogène, à la température ambiante et à la pression de 280 atmosphères, le présenta encore.

M. Pietet opère différemment. Il produit le gaz, par la chaleur, dans une cornue en fonte à parois très résistantes; le tube de dégagement est en cuivre épais et fermé par un robinet. Ce tube est entouré d'un manchon, dans lequel l'évaporation constante de l'acide carbonique liquide maintient une température que M. Pictet évalue à — 130°.

Ce sont là les parties essentielles de l'appareil. M. Pictet arrive à produire et à évaporer l'acide carbonique liquide par une production et une évaporation parallèles d'acide sulfureux liquide. Le dispositif imaginé à cet effet est très ingénieux et très élégant, mais il n'offre ici qu'un intérêt secondaire.

Quand, par le jeu de cet appareil, on a amené la température du manchon au point voulu, on allume un brûleur à gaz sous la cornue, et le dégagement commence : le gaz produit s'accumule dans le tube de dégagement et s'y comprime. Il arrive un moment où il passe à l'état liquide dans le tube lui-même; on en est averti par la variation de la pression marquée au manomètre; elle descend considérablement au moment même de la liquéfaction; on peut du reste mettre cette conclusion à l'épreuve et, en ouvrant le robinet, voir le gaz se projeter au dehors en un jet liquide revêtant l'apparence d'un pinceau, tantôt blanc — c'est le cas de l'oxygène, — tantôt bleu d'acier — c'est le cas de l'hydrogène. Notons ici la différence essentielle entre les deux procédés, celui de M. Cailletet et celui de M. Pictet. Le premier emploie la détente comme agent de liquéfaction et par suite se dispense de recourir à de grands abaissements de température, produits artificiellement à grand prix et à grand'peine. Le second recourt à ces refroidissements intenses, et n'utilise la détente que pour dégager le liquide accumulé dans l'appareil.

J'ajoute ici quelques chiffres relatifs aux expérienees de M. Pictet. L'oxygène est arrivé au point de liquéfaction à — 130° et à la pression de

273 atm., ou à — 140° et 252 atm. ; l'hydrogène à —140° et — 650° atm. Qu'on les rapproche des chiffres relatifs aux expériences de M. Cailletet : pour l'azote + 13° et 200 atm., pour l'hydrogène, à la même température environ, avec 280 atmosphères ; et l'on saisira plus vivement la différence que je signalais.

Ces résultats font naître généralement deux questions fort naturelles. Comment peut-on apprécier avec rigueur des températures aussi basses et des pressions aussi élevées ? La question des températures ne se présente que pour le procédé Raoul Pictet. Évidemment les thermomètres à alcool sont absolument inaptes à renseigner sur ce point, même approximativement ; voici comment M. Pictet les remplace : il déduit la température, par le calcul, de la pression marquée au manomètre, lorsqu'on fait le vide sur l'acide carbonique ; il se sert à cet effet d'une formule qui relie les tensions maxima des vapeurs aux températures correspondantes, formule qu'il a déduite directement de la théorie mécanique de la chaleur, et dont il donnera la démonstration dans un prochain mémoire (1).

Les pressions sont évaluées par M. Pictet à l'aide d'un manomètre système Bourdon, mis en rapport direct avec le tube dans lequel la liquéfaction s'opère : il est probable que les valeurs ainsi obtenues s'écartent assez des valeurs vraies.

M. Cailletet emploie un manomètre à air libre, d'un système très ingénieux, imaginé par M. Desgoffes et décrit dans le *Cours de Physique à l'usage des classes de mathématiques spéciales* de Brisse et André. Ce manomètre permet de mesurer des pressions considérables par des hauteurs de mercure assez faibles, et, puisqu'il est à air libre, sa sensibilité reste constante, si haut que la pression s'élève.

Quand on compare l'un à l'autre les appareils qui ont servi à M. Cailletet et à M. Pictet dans leurs recherches, on est frappé vivement de la simplicité du premier : une pompe à compression et une cuve de fonte au sein de laquelle la pression s'exerce. Le second, bien que fort élégant dans sa disposition, offre une complication effrayante : un système de deux pompes aspirantes et foulantes, à double effet, accouplées à la *Compound* pour l'évaporation et la compression de l'acide sulfureux : un système de deux pompes semblables pour l'évaporation et la compression de l'acide carbonique ; puis, après ces éléments secondaires, mais indispensables pourtant, les éléments essentiels que nous avons décrits plus haut. L'appareil Cailletet peut être manœuvré par un seul homme ; l'appareil Pictet demande en outre une machine à vapeur de 15 chevaux actionnant les pompes. Aussi ne nous semble-t-il pas douteux que le premier seul deviendra classique ; le second demeurera le privilége des riches laboratoires. Il est impossible que la complication d'appareils secondaires qu'il exige n'élève son prix au-dessus des ressources d'un

(1) Les *Annales de physique et de chimie* viennent de publier le premier mémoire de M. Pictet. Nous ne saurions trop en conseiller la lecture.

cours ordinaire (1). L'instrument de M. Cailletet, au contraire, est fourni par l'un des meilleurs constructeurs de Paris, M. Ducretet, au prix relativement modique de 600 francs. — Le seul avantage de l'appareil Pictet est de permettre la sortie du liquide à l'extérieur : on a pu ainsi entendre le son métallique d'un jet d'hydrogène tombant sur les dalles du laboratoire ; mais rien n'empêche d'adapter au sommet de l'éprouvette de M. Cailletet le robinet que M. Pictet fixe à l'extrémité de son tube abducteur et l'on arriverait à un résultat identique.

Bref, je crois difficile de ne pas se rallier à M. Berthelot dans l'appréciation de cet instrument remarquable. Ce qui lui donne son caractère, et aux expériences qu'il réalise leur certitude propre, « c'est qu'il manifeste et permet de comparer, dans un même espace transparent et limité, le gaz sous ses trois états successifs : de fluide élastique comprimé, de liquide pulvérisé et de fluide en grande partie détendu. Ajoutons la facilité avec laquelle chaque expérience peut être répétée aussitôt et autant de fois qu'on le désire, de façon à étudier séparément les diverses circonstances du phénomène. On ne peut guère demander davantage en pareille matière ; du moins jusqu'au jour où quelque savant, instruit par les découvertes actuelles, réussira à isoler dans l'état statique de liquides stables et susceptibles d'être maintenus d'une manière permanente devant le regard — ce que personne n'a réussi à faire à l'heure présente — les gaz qui viennent d'être liquéfiés pour la première fois, par M. Cailletet dans l'état dynamique, si je puis m'exprimer ainsi ; c'est-à-dire dans l'état de liquides qui se forment sous l'œil de l'observateur, mais pour s'évaporer aussitôt. »

Que si l'on me demandait le profit qui résultera de ces expériences, je répondrais simplement : la confirmation de nos lois physiques. Ce peu de mots suffira pour en faire sentir toute l'importance. Si pourtant quelque esprit y demeurait insensible, je n'ajouterais pas davantage, persuadé que de longs discours ne pénètreraient pas mieux dans une enceinte si bien fermée.

VICTOR VAN TRICHT, S. J.

SCIENCES AGRICOLES.

La question de la fixation de l'azote, libre ou combiné, par la plante et par le sol, continue à faire l'objet des expériences les plus délicates des agronomes et des chimistes. Les travaux de MM. G. Ville, Boussingault,

(1) M. Pictet estime à 50.000 fr. l'ensemble des appareils mis à sa disposition par la Société de Physique de Genève dans le cours de ses expériences.

Schlœsing, Simon, Dehérain, Mayer, Frankland, Lawes et Gilbert, ont mis en lumière une série de faits, parfois contradictoires en apparence, mais qui permettent d'espérer la solution prochaine d'un des plus importants problèmes de la physiologie végétale et de la chimie agricole.

On se rappelle les expériences saisissantes de la ferme de Vincennes, qui amenèrent M. G. Ville, après que M. Boussingault eut prouvé, contrairement à l'opinion de Liebig la nécessité de la restitution de l'azote, à soutenir la fixation directe de l'azote par les feuilles, principalement dans la famille des légumineuses. Cet élément capital, dont la restitution est nécessaire à toutes les cultures, paraît plus nuisible qu'utile aux trèfles, aux pois, à la luzerne, etc., qui se développent parfaitement au moyen de l'engrais minéral seul. Frappé de ce fait étrange, qui divisait à ses yeux les plantes en deux groupes bien distincts, M. Ville entreprit, dans son magnifique laboratoire de la rue Cuvier, don de la munificence impériale, une série d'expériences vivement controversées depuis. Il affirma la fixation de l'azote, libre dans l'air ou dissous dans la sève (1), par l'oxygène ozonisé et l'hydrogène naissant qui résultent de la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau par les feuilles exposées à la lumière. MM. Lawes et Gilbert furent amenés bientôt à contredire ces résultats par leurs expériences. Il constatèrent, en effet, que l'azote des engrais sous forme de nitrates est plus nuisible qu'utile aux légumineuses, qui paraissent cependant favoriser sa formation dans le sol. Ils constatèrent aussi que, avec des engrais minéraux sans azote, la légumineuse exerce toujours sur le blé qui la suit le rôle de plante améliorante et d'engrais azoté. Néanmoins, ils firent remarquer que l'ozone ne pouvait se former sous l'action éminemment réductrice des rayons solaires, et pouvait encore moins prendre naissance dans l'obscurité, alors que l'oxygène est employé à l'oxydation du carbone.

De son côté, M. Boussingault expérimentait en vase clos sur la terre végétale et artificielle, et concluait à la non-assimilation de l'azote libre de l'air par les plantes.

Cependant MM. Lawes et Gilbert reconnurent que le rendement en azote des plantes de culture, surtout des légumineuses, ne peut s'expliquer en tenant compte seulement des quantités d'azote combiné fournies périodiquement en proportions connues. D'où vient donc cet excédant d'azote qui fait que le trèfle par exemple fournit deux ou trois fois plus d'azote à l'hectare qu'une récolte de céréales, tandis qu'il extrait du sol trois fois plus de potasse et d'autres sels minéraux que les récoltes d'orge et de blé (2) ? Peut-on expliquer ce gain considérable en azote en recou-

(1) La sève de certains champignons jouit de la propriété d'ozoniser l'oxygène de l'air. Est-il probable que l'azote dissous dans la sève ne subit aucune action de la part de l'oxygène ozonisé avec lequel il est mêlé, lorsque nous savons que cette sève contient des alcalis et traverse des tissus dont l'état de porosité dépasse celui de la mousse de platine, si apte à favoriser les combinaisons.

(2) Une récolte de 11,000 kil. de trèfle sec contient 75 kil. acide phosphorique, 222 kil. soude et potasse, 330 kil. chaux et magnésie.

rant seulement aux eaux météoriques, à l'ammoniaque de l'air condensé dans le sol et aux dépôts d'azote assimilable antérieurement accumulés? Ou bien, faut-il admettre que le feuillage très différent des légumineuses leur donne la faculté d'absorber l'azote atmosphérique libre ou combiné à un degré tout autre que le feuillage des graminées ou des plantes-racines, qui présentent cependant un développement foliacé beaucoup plus considérable que les fèves, les pois, etc. Ces questions ont conduit les chimistes contemporains à rechercher avec ardeur les sources naturelles de l'azote, dans l'air, dans l'eau et dans le sol.

Les dernières observations faites à l'observatoire de Monsouris, par MM. Albert Lévy et Allaire, évaluent à 13 kilogrammes par hectare la quantité d'ammoniaque apportée en un an par les pluies; mais des observations antérieures de Marié Davy, de Boussingault et de Frankland donnent une moyenne plus élevée, soit de 9 à 11 kilogrammes *d'azote combiné* par hectare et par an. Il est certain que l'eau pluviale absorbe plus d'ammoniaque que d'acide carbonique.

Or, si les eaux météoriques ne fournissent que 11 kil. d'azote combiné à l'hectare, il reste à fournir, d'après les analyses des récoltes, environ 43 kil. par l'air ou par le sol.

Quand on fait passer, dit M. Dehérain, de l'azote pur à travers des matières organiques non azotées livrées à une combustion interne et dégageant de l'acide carbonique, telles que l'*humus*, on reconnaît qu'une certaine quantité d'azote a été fixée. En opérant dans une atmosphère confinée à l'abri de l'oxygène, on voit l'azote diminuer de volume, et l'analyse constate sa présence dans la nouvelle matière formée. Mais ce phénomène ne peut s'opérer dans les couches superficielles du sol où l'air pénètre; car l'hydrogène naissant, provenant de la combustion interne des matières organiques, s'unit de préférence à l'oxygène qu'à l'azote. Ce n'est donc que dans le sous-sol que ce phénomène peut s'accomplir. Précisément, les légumineuses, dont les racines pénètrent dans les couches profondes, laissent dans le sous-sol d'abondants débris. Parmi les plantes de grande culture, les légumineuses fouillent le plus profondément. M. Dehérain invoque à l'appui de cette hypothèse les expériences de Rothamsted. MM. Lawes et Gilbert ont prouvé que le trèfle peut se maintenir indéfiniment dans des terres riches en humus, comme la terre de jardin, tandis qu'il s'épuise fatalement dans la terre arable ordinaire (1). A la Station agricole de Gand, M. Simon est arrivé, de son côté, à fixer de l'azote sur de l'humus extrait de la tourbe, confirmant ainsi la production de composés carbo-azotés dans un milieu privé d'oxygène (2).

D'autre part, M. Berthelot vient de constater que la fixation de l'azote dans la nature ne dépend pas nécessairement de la formation de ce gaz, ou de la production préalable de l'ammoniaque ou de composés nitreux,

(1) *Annales agronomiques* de M. Dehérain.
(2) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1877.

Sous l'influence des courants électriques dont les physiciens ont demontré la présence dans le sol, l'absorption de l'azote pur aurait lieu à la température ordinaire (1).

Ces dernières expériences rendent moins improbable, à notre avis, la thèse généralement dédaignée aujourd'hui de M. G. Ville ; car si les végétaux engendrent de l'hydrogène naissant et des courants électriques, pourquoi ne pourraient-ils pas fixer directement l'azote sur les matières ternaires qui entrent dans la composition de la chlorophylle par exemple. Nous prenons la liberté d'attirer tout particulièrement l'attention des chimistes sur ce fait, dont on parait ne pas avoir entrevu les conséquences. Quant à la thèse de M. Dehérain, elle nous parait fort compromise par les dernières études entreprises en Allemagne sur l'appareil radiculaire des plantes cultivées. M. Fraas constate que le *trèfle rouge ordinaire* ne forme après la première année *qu'une racine simple.*

« Le trèfle rouge est une plante pivotante, et néanmoins, contrairement aux idées qui ont cours à ce sujet, il prépare très difficilement sa nourriture dans le sous-sol. Quant au *trèfle incarnat*, il émet de nombreuses racines qui n'ont pas de tendance à s'enfoncer, et le fourrage ne donne une récolte abondante, que lorsque les couches supérieures du sol sont bien pourvues de matériaux nutritifs. La luzerne et le sainfoin seuls pénètrent et s'alimentent dans les profondeurs du sol. »

Les longues expériences de M. Mayer à la Station agricole de Heidelberg amènent cependant leur auteur à conclure que la seule voie par laquelle les plantes puissent recevoir la quantité d'azote indispensable à leur végétation est celle des racines, et qu'on *doit faire abstraction de la quantité à peu près infinitésimale de ce corps simple* que les organes aériens peuvent puiser dans l'atmosphère.

M. Boussingault était arrivé depuis longtemps aux mêmes conclusions, en opérant sans des cloches qui laissaient l'air se renouveler librement.

Toutefois, M. Mayer constate que les feuilles des végétaux supérieurs absorbent du carbonate d'ammoniaque sous la forme gazeuse ; qu'il subit une élaboration physiologique et peut amener une plante à une végétation plus vigoureuse en l'absence de toute autre nourriture azotée. Il admet aussi que les végétaux verts ont une sensibilité fort différente relativement au carbonate d'ammoniaque, et que les papillonacés se montrent un peu plus sensibles que d'autres à l'action d'une atmosphère ammonicale.

« La théorie, dit-il, ne peut encore expliquer le rôle des légumineuses, et en particulier le rôle du trèfle, dans les rotations. Des causes autres que l'assimilation de l'azote, la protection plus manifeste du sol contre l'action des rayons solaires, permettant une répartition plus égale d'humidité, peuvent être invoquées. » Cette explication nous paraît bien insuffisante pour rendre compte des facultés exceptionnelles des légumineuses. A défaut d'autres, nous préférons encore l'hypothèse

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1877.

de M. Dehérain qui rend compte également de l'influence favorable de la potasse sur la croissance de ces végétaux. L'humus, sous l'action des alcalis, forme des combinaisons azotées solubles ; ces combinaisons, dont MM. Dehérain et Simon ont démontré l'existence, seraient assimilées seulement par les plantes de la famille des légumineuses.

M. Schlœsing, dont les belles observations ont été publiées par M. Grandeau dans le *Journal d'agriculture pratique*, se montre plus affirmatif sous ce rapport. Il nie la fixation de l'azote libre de l'air par les feuilles ou par le sol, mais contrairement à l'opinion de MM. Mayer et Boussingault, il affirme que les parties aériennes des végétaux absorbent et assimilent des quantités très appréciables d'azote combiné sous forme d'ammoniaque et de carbonate gazeux. C'est l'ammoniaque atmosphérique absorbé par les *plantes*, par *le sol* et *par les pluies*, qui est la source de l'excédant d'azote de la récolte sur la fumure reçue par le sol.

Si l'on ne tient compte, en effet, que de la quantité d'azote combiné apportée au sol par les météores aqueux, cette quantité est évidemment insuffisante pour compenser les pertes de cet élément enlevé par les récoltes et par les eaux souterraines.

De plus, M. Schlœsing montre qu'indépendamment de la déperdition continue des nitrates par le drainage naturel du sol, la décomposition partielle des nitrates dans le sous-sol, milieu éminemment réducteur, engendre, non pas de l'ammoniaque comme on l'avait cru jusqu'ici, mais de l'azote gazeux inutilisable par les végétaux. Confirmant et complétant les expériences de M. Boussingault sur la fixation par le sol, M. Schlœsing a montré, en outre, que la combustion et la nitrification s'opèrent d'une manière continue, même dans les sols saturés d'eau ; que seules les terres sèches ne transforment pas en nitrate l'ammoniaque qu'elles absorbent et qu'elles retiennent, mais que les terres humides nitrifient à la fois l'ammoniaque de l'atmosphère et l'azote de la matière organique du sol, absorbant à l'hectare de 53 à 63 kilogrammes d'ammoniaque par an (1).

L'auteur de ces intéressantes recherches a été amené ainsi à formuler une théorie complète de la circulation de l'azote dans la nature, de ses transformations et de son retour au sol par l'atmosphère.

En analysant les gaz dissous dans l'eau de mer, le savant chimiste n'a plus retrouvé que des traces des nitrates charriés par les rivières.

(1) Remarquons en passant, que le sol doit posséder une singulière affinité pour l'ammoniaque s'il ne fixe pas d'azote libre ; car un million de kilogr. d'air contient à peine 40 grammes d'ammoniaque. Echhorn a constaté récemment que ce sont les silicates doubles hydratés d'alumine et de chaux qui, avec l'humus, absorbent l'ammoniaque dissous, après l'avoir enlevé de ses combinaisons. *Landwirthschafliche Jahrbucher*, t. IV.

Nous avons signalé déjà le rôle des organismes dans le phénomène de la nitrification. *Revue des Questions Scientifiques*, 1re année, 3e livr., p. 334. Depuis lors, MM. Schlœsing et Muntz ont soumis à l'Académie de nouvelles observations qui confirment leur découverte.

Les nitrates, qui l'emportent sur l'ammoniaque dans les eaux terrestres, lui sont fort inférieurs dans l'eau de mer.

D'où M. Schlœsing conclut que l'acide nitrique, engendré dans le sol par oxydation lente, ou dans l'atmosphère par les décharges électriques, se convertit dans la mer en ammoniaque, probablement après avoir passé dans les êtres organisés; puis redevenu libre s'échappe dans l'atmosphère et retourne directement aux plantes et au sol.

M. Dehérain oppose, il est vrai, à cette théorie séduisante des arguments très sérieux.

L'eau de mer contient beaucoup d'acide carbonique, qui doit se combiner à l'ammoniaque. Elle contient aussi du sulfate de chaux qui amène l'ammoniaque à l'état de sel fixe et lui enlève sa volatilité.

En présence de ces données contradictoires, il est bien difficile jusqu'ici de se former une opinion sur l'assimilation de l'azote; toutefois, depuis Liebig, qui avait exagéré l'influence de l'ammoniaque atmosphérique sur la végétation au point de nier l'utilité de l'azote dans les engrais, les partisans de l'assimilation de l'azote, libre ou combiné, par les feuilles, ont perdu continuellement du terrain; tandis que l'expérience, en serrant les faits de plus près, établissait le rôle important du sol au triple point de vue de l'origine, de la fixation et de la transformation de l'azote.

Depuis lors, plusieurs des chimistes dont nous avons exposé les recherches ont essayé de déterminer l'action de l'azote combiné sous diverses formes dans la genèse des principes immédiats de la plante. Introduit dans les engrais sous forme d'ammoniaque, son action se manifeste immédiatement, et son assimilation instantanée favorise singulièrement les premières phases de la végétation, et relève promptement une culture languissante; tandis que sous forme de nitre il agit plus lentement et parfois défavorablement, parce qu'il ne se décompose qu'à la longue. C'est pourquoi probablement il est nuisible aux légumineuses qui s'accommodent parfaitement au début de sels ammoniacaux; et il entrave, quand il est en excès, la production du sucre dans la betterave parce qu'il s'accumule en partie dans les tissus cellulaires, pour n'être assimilé et réduit qu'à l'époque de la fructification, c'est-à-dire au bout de deux ans.

Cependant les nitrates paraissent agir sur le développement du tissu cellulaire des racines plus énergiquement que le sulfate d'ammoniaque; peut-être pourrait-on attribuer au développement de ce tissu, aux dépens du tissu vasculaire qui contient le sucre, l'effet nuisible de ces sels. Dans tous les cas, la quantité de sucre dans la betterave est en raison inverse de la quantité de sels.

Dans la culture des céréales et des pommes de terre, les nitrates exercent souvent une action plus favorable que les sels ammoniacaux, qui s'assimilent trop rapidement et ne pénètrent pas assez profondément dans le sol.

Un fait frappant, c'est l'abondance des graminées et la diminution des légumineuses dans une prairie qui a reçu des engrais azotés. MM. Lawes

et Gilbert, en employant des sels ammoniacaux seuls, ont constaté que 100 de foin renfermait 88,34 de graminées et 0,24 de légumineuses seulement; tandis qu'en amendant le sol avec des engrais minéraux seulement, les graminées n'ont plus représenté que 66 p. c. du poids de la récolte et les légumineuses sont montées à 24,09 p. c. Cette proportion s'est élevée jusque 40 p. c. par une addition de sels potassiques auxquels les légumineuses sont particulièrement sensibles. La prairie à l'état normal, quand elle n'a reçu aucun engrais, renferme environ 74 p. c. de graminées et 6,89 de légumineuses.

Un fait plus remarquable encore, c'est la disparition des mauvaises herbes de la prairie, plantains, oseilles, renoncules, centaurées, etc., sous l'influence de l'azote.

Toutes ces plantes, comme les légumineuses, cèdent invariablement le pas aux graminées. Il s'opère ainsi un triage naturel, une véritable sélection par l'engrais.

L'antagonisme entre les légumineuses et les graminées, depuis l'herbe des prairies jusqu'aux céréales, est donc constant. Tandis que les légumineuses souffrent de l'application directe des engrais azotés, le contraire s'observe toujours avec les graminées. Ce fait est d'autant plus étrange que ces dernières contiennent relativement peu d'azote, même, comme le font remarquer MM. Lawes et Gilbert, quand elles suivent une légumineuse très azotée qui élève sensiblement leur rendement en azote, tout en appauvrissant considérablement le sol en éléments minéraux.

Ainsi l'on a calculé que le trèfle enlève au sol par hectare 177 d'azote, 39 d'acide phosphorique et 144 d'alcalis, alors que le froment ne prend que 55 d'azote, 25 d'acide phosphorique et 40 d'alcalis.

Résumons en quelques mots les conclusions pratiques qui ressortent de ces observations :

Il suffit de restituer l'azote en proportion convenable aux couches superficielles du sol, pour se soustraire aux lois de l'assolement et cultiver les céréales plusieurs années de suite sur le même sol. L'orge, dont la période de végétation est plus courte, a besoin de moins d'azote que le blé; avec une simple fumure azotée en couverture au printemps, il peut succéder au blé dans la rotation. Seule, l'avoine, si voisine du blé cependant, cultivée à l'engrais chimique et se succédant à elle-même diminue son rendement

L'engrais azoté favorise aussi le développement des plantes-racines; mais, quand il est en excès, il développe les feuilles aux dépens de la qualité des racines. Le développement exubérant des feuilles révèle toujours la présence d'un excès d'azote assimilable dans le sol.

Le trèfle n'est antipathique à lui-même que parce qu'il épuise en peu d'années l'humus, qui paraît indispensable à son évolution et constitue probablement la source principale de l'azote qu'il assimile en si grande quantité. Enfin, les engrais azotés élèvent la qualité et la quantité du rendement des prairies permanentes.

A. Proost.

ANTHROPOLOGIE.

—

Le chronomètre préhistorique du bassin de Penhouët, à Saint-Nazaire.—Les lecteurs de la *Revue* connaissent déjà les curieuses observations faites dans la baie de Penhouët par M. René Kerviler (1). Depuis qu'il en a été rendu compte à cette place, elles ont subi l'épreuve de la discussion et de la critique. Nous pensons donc, qu'il ne sera pas sans intérêt d'y revenir, et de résumer les débats qu'elles ont provoqués.

Rappelons d'abord en peu de mots le point de départ de la question. Chargé de vider l'anse de Penhouët, pour y établir un vaste bassin à flot, M. Kerviler reconnut dans la masse vaseuse qu'il faisait extraire, deux niveaux archéologiques; l'un inférieur, à huit mètres cinquante centimètres de profondeur, bien caractérisé comme appartenant à l'époque archéologique, dite du bronze, l'autre supérieur, à 6^m seulement et bien daté par une médaille de l'empereur Tétricus, qui fut renversé l'an 274 de notre ère. De cette superposition d'un niveau archéologique dont la date est connue, au dessus d'un autre niveau de date inconnue, M. Kerviler a tiré les données d'un calcul chronométrique. Il s'est dit : puisqu'en seize siècles il s'est formé un dépôt de 6 mètres de vase, il a fallu vingt-trois siècles pour former un dépôt de $8^m,50$. Le niveau archéologique inférieur serait donc antérieur de sept siècles au niveau gallo-romain, et remonterait au plus à 500 ans avant l'ère chrétienne. L'apport vaseux serait de 37 centimètres par siècle. De plus M. Kerviler a cru trouver dans la disposition même du terrain d'alluvion, la confirmation de son échelle chronologique. La masse vaseuse est formée d'une succession de petites couches ou de feuillets, qui représenteraient chacun l'apport alluvial d'une année. En comptant le nombre des feuillets au-dessus d'un point quelconque de la vasière, on aurait l'âge de ce point. Or, M. Kerviler est arrivé par cette voie à assigner à la couche archéologique inférieure une antiquité de 450 ans environ avant Jésus-Christ; résultat qui correspond assez exactement au premier.

Cette couche archéologique inférieure, fouillée sur une étendue de 6 hectares, a donné :

Une gaine en corne de cerf pour emmanchement de hache en pierre;

Une lame de poignard en bronze triangulaire, à deux rivets à la base; deux épées également en bronze avec coches latérales, abattant le tranchant du bas de la lame, âme de la poignée plate, percée en trous de rivets;

Un long poinçon en os;

Divers andouillers de cerf entaillés à la base;

Une écuelle et de très nombreux débris de poterie;

Une dizaine de crânes et d'autres ossements humains;

(1) Juillet 1877, p. 344.

D'abondants ossements d'animaux, parmi lesquels les plus nombreux appartiennent au bœuf; puis au cerf, au chevreuil, au mouton et au cochon ou sanglier ;

Des bâtons qu'on pourrait considérer comme des manches d'outils ; un grand nombre de troncs d'arbres, d'environ 15 à 20 centimètres de diamètre, de 7 à 8 mètres de longueur, grossièrement équarris, et un tronc de chêne de 60 centimètres de diamètre ;

Enfin de grosses pierres percées d'un trou, ou pourvues d'un sillon circulaire, que M. Kerviler considère comme des pierres d'amarres ou de mouillage, servant d'ancre (1).

On conçoit qu'une semblable découverte dut jeter l'alarme dans le camp des archéologues et des anthropologistes partisans de la très grande antiquité de l'homme. Ramener à une époque si voisine de l'ère moderne cet âge de pierre qu'on se plaisait à repousser dans les ténèbres d'un passé indéterminable, était la condamnation de toutes les idées ayant cours dans un certain milieu scientifique. Montrer dans la même couche et au même niveau des épées de bronze et la gaîne d'une hache de pierre, n'était-ce pas de plus le renversement de toute la classification? Les crânes examinés par M. le Dr Broca avaient été reconnus pour appartenir à la race néolithique. Voilà donc l'homme de la pierre polie retrouvé au milieu de toute une collection d'objets en bronze!

J'ai exposé moi-même, dans cette *Revue*, mes idées sur la classification préhistorique, et j'ai admis les grandes divisions des âges de la pierre polie et du bronze (2). Les observations faites à Saint-Nazaire doivent-elles modifier cette classification? Je ne le pense pas. Il n'y a rien d'étonnant, en effet, à ce que l'on retrouve dans un gisement de l'époque du bronze, le type humain de l'époque néolithique; car il est bien certain que les types ethniques ont survécu à la transformation des industries avec lesquelles ils firent leur première apparition. L'homme néolithique a même encore des représentants actuels. La présence d'une gaîne de hachette ne me paraît pas plus embarrassante. Si la réalité d'une époque de la pierre polie, pendant laquelle on ne connaissait pas l'emploi des métaux, dans l'Europe occidentale, est bien démontrée pour moi, je ne crois pas que nous ayons de donnée positive sur l'époque à laquelle on cessa de faire usage des instruments de pierre, et cet usage s'est bien certainement continué, concurremment avec celui des instruments de métal pendant un certain temps. Donc sur ce point pas de difficulté. Le niveau inférieur de Saint-Nazaire représente la fin de l'âge du bronze et pas autre chose.

La question de chronologie est plus délicate et plus discutable.

Il appartenait à M. Gabriel de Mortillet, un des partisans les plus convaincus des longues chronologies, de défendre ses idées, et de faire l'examen critique des observations de M. Kerviler. Il est juste que nous lui donnions la parole à son tour (3).

(1) Voir *Revue Archéologique*, mars-mai 1877.
(2) Voir 1re année, 2me livraison, p. 399.
(3) *Revue d'Anthropologie*, janvier 1878, p. 67.

Passant en revue les diverses publications de M. Kerviler, son contradicteur lui reproche d'abord d'avoir manqué de précision, et signale en effet des variations dans les chiffres sur lesquels repose la base de son calcul. M. Kerviler a répondu à cette première objection en faisant remarquer que ses cotes de niveau prises d'abord à l'œil, n'ont été rectifiées à l'aide d'instruments de précision que lorsqu'il fut mieux éclairé sur l'importance de ses observations. Il n'y a donc pas lieu d'insister sur ce point. (1).

Voici une objection plus sérieuse.

Le calcul chronométrique n'a de valeur qu'à la condition que le dépôt vaseux se soit opéré d'une façon absolument régulière. En est-il ainsi ?

Non, dit M. de Mortillet Toutes les conditions dans lesquelles s'est effectué ce dépôt ont varié. Le niveau d'eau d'abord, a changé. « En effet, une partie du dépôt s'est formée au-dessous des basses mers, c'est-à-dire dans un milieu complétement aquatique, milieu dont la hauteur d'eau, au minimum, était d'abord de 4 mètres, et s'est réduite peu à peu à zéro. L'autre partie, sur une hauteur de 4 mètres à 4^m 50 s'est formée dans des alternances d'immersions et d'émersions, les temps d'émersion étant toujours les plus longs. »

La distance des côtes, qui a une si grande influence sur la formation des dépôts a également varié, comme on en peut juger par les cartes publiées par M. Kerviler.

Le régime des cours d'eau a dû changer aussi. Le défrichement des forêts et les travaux d'art ont certainement fait subir une modification notable au débit de la Loire depuis les temps gaulois. Or les vases de Penhouët sont, d'après M. Kerviler, des alluvions de ce fleuve. Il est donc bien difficile d'admettre qu'elles soient le produit de causes constantes et uniformes.

De plus la petite rivière du Brivet qui se jetait autrefois dans la baie de Penhouët, a cessé d'y couler depuis le neuvième siècle de notre ère. Voilà encore une cause de perturbation, à ajouter aux précédentes.

Enfin, d'après M. de Mortillet, le fait matériel sur lequel on prétendrait établir la régularité du dépôt et qui servirait à vérifier l'échelle chronométrique, je veux dire la succession constante de petites couches vaseuses d'égale épaisseur n'aurait aucune réalité. « Il suffit pour s'en assurer, de » jeter un coup d'œil sur les tranches présentées comme preuve à l'appui. » Serait bien habile celui qui, dans ces tranches (de 35 ou 37 centimètres) » pourrait reconnaître, je ne dis pas cent couches, comme c'est leur devoir » chronométrique, mais même seulement cent feuillets. Par la dessiccation » on voit apparaitre la plus désespérante irrégularité, et le chronomètre » qui devait réduire au silence les paléoethnologues, qui devait anéantir » les théories préhistoriques, tombe en ruine rien qu'en perdant un peu » d'eau. » Sur ce point il y a certainement un malentendu favorisé peut-être par un certain parti pris. M. de Mortillet n'a eu à sa disposition

(1) *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme*. décembre 1877, p. 554.

pour les étudier, que des fragments desséchés, transportés au Musée de Saint-Germain par les soins de M. Alexandre Bertrand (1). La dessiccation a pu leur faire subir une altération préjudiciable à de bonnes observations ; et dans cette hypothèse, l'étude de cabinet faite par M. de Mortillet ne peut pas infirmer les longues et consciencieuses observations recueillies par M. Kerviler sur le terrain en place.

M. de Mortillet n'admet pas davantage l'explication qui a été donnée de la composition des feuillets. « On a fait dire au Ministre de l'Instruction publique, en pleine Sorbonne : les couches sont de 3 à 5 1/2 millimètres chacune; chaque alluvion est formée de trois pellicules : l'une de détritus végétaux, l'autre de glaise et la troisième de sable; elles correspondent aux alluvions du fleuve pendant les différentes époques de l'année. Les végétaux arrivent à l'automne, après la chute des feuilles; le sable et la glaise viennent s'y ajouter pendant l'hiver et pendant l'été (2)... Les couches du bassin de Penhouët, ajoute M. de Mortillet, ne sont pas des couches annuelles marquant toutes les saisons, sauf le printemps! mais bien le produit des grandes crues, des inondations. Pendant la *pleine*, c'est-à-dire les plus grosses eaux, le courant étant plus fort, le dépôt est plus grossier : alors se forme le feuillet sableux. A la décroissance, les eaux sont toujours troubles; mais ayant moins de force, elles charrient les éléments plus fins : alors se dépose le limon ou glaise. Vers la fin de la crue, la fin de l'inondation, les eaux répandues dans la campagne regagnent le lit du fleuve en léchant les prairies et les champs et se chargeant de matières végétales. Voilà l'explication pure et simple du fait observé par M. Kerviler. Les couches de vase de la baie de Penhouët ne sont pas des couches annuelles régulières, mais bien des couches plus ou moins épaisses des inondations de la Loire, alternant parfois avec des couches marines produit de fortes tourmentes. Or comme les inondations n'ont rien de régulier, elles peuvent se produire plusieurs fois dans une année ou n'avoir lieu qu'à de très longs intervalles, après cinq, dix, vingt ans; on ne peut donc rien baser de précis sur leurs dépôts. »

J'admettrais l'objection de M. de Mortillet si l'on n'avait à opérer que sur un petit nombre d'années. Mais si le calcul embrasse plusieurs siècles, il s'établit des compensations et les irrégularités disparaissent en définitive devant la permanence du régime climatologique général. Il est incontestable que, pris dans leur ensemble, les dépôts vaseux de Penhouët accusent une fixité relative dans les causes qui ont engendré l'apport alluvial. C'est un fait que tous les raisonnements théoriques ne peuvent pas contredire.

En rendant compte dans la *Revue* (3) des observations de M. Kerviler, M. de la Vallée Poussin avait eu soin de faire observer que des modifi-

(1) *Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris* ; T. XII (2me série) p. 304.

(2) Discours du ministre de l'Instruction publique à la réunion des délégués des sociétés savantes du 7 avril 1877 (*Journal officiel* du 9 avril).

(3) Juillet 1877, p. 347.

cations importantes ont eu lieu dans les temps historiques sur les bords de l'Océan, et que par conséquent des modifications semblables ont pu se produire antérieurement. M. de Mortillet en fournit la preuve. Il cite, d'après M. le Dr de Closmadeue, un cromlech de l'île d'Er-Lanie, dans le golfe du Morbihan, non loin par conséquent de Saint-Nazaire, lequel s'étend presque entièrement au-delà de la limite des basses mers. Comme ce monument n'a pas dû être construit dans l'eau, on est en droit d'admettre qu'il y a eu sur ce point un affaissement estimé à 6 ou 8 mètres au moins.

Pareil phénomène se serait produit dans la baie de Penhouët, et d'après M. de Mortillet, la couche de sable et de gravier qui contenait le dépôt archéologique inférieur n'est pas une couche fluviatile, ni une couche marine, mais bien une couche littorale. Sa formation à l'air serait prouvée non-seulement par sa composition minéralogique, mais encore par les objets qu'elle a fournis.

« La gaîne de hache en bois de cerf appartient à l'époque Robenhau-
» sienne ou de la pierre polie. Les épées à coches sont de l'époque Lar-
» naudienne, fin de l'âge du bronze. Vouloir rapporter à une même
» époque ces deux objets, c'est comme si l'on disait qu'une masse d'arme
» et un fusil à aiguille sont contemporains parce qu'on les aurait trouvés
» dans une même assise. »

Je n'accepte pas le raisonnement de M. de Mortillet comme concluant. J'en ai donné les motifs précédemment. Il n'est pas prouvé pour moi que les industries de la pierre polie et du bronze soient si nettement séparées qu'il le suppose. J'ai de bonnes raisons de croire le contraire. Mais peu importe, j'admettrais volontiers avec lui que la couche archéologique inférieure s'est formée à sec. Il est difficile d'expliquer comment ce dépôt où abondent des débris de poterie, des ossements d'animaux, c'est-à-dire des rejets d'habitation, aurait pu se produire sur une côte qui ne découvrait jamais. De plus M. Kerviler a reconnu que parmi les pierres d'amarres, il y en avait de trop grosses pour être portées par les pirogues de cette époque. Elles devaient donc être à sec, remarque M. de Mortillet, car à quoi auraient-elles servi sous 4 mètres et plus d'eau?

M. Kerviler n'accepte point cette hypothèse.

« Nous maintenons, au contraire, que cette couche est de dépôt sous-marin, dit-il, à cause de l'horizontalité des petites lignes de coquilles qui s'y rencontrent en simple épaisseur, et que M. de Mortillet pourra venir lui-même constater lorsqu'il le jugera à propos. Nous ne nions point les mouvements oscillatoires du littoral, mais ces mouvements sont lents et réguliers, et nous ne comprenons pas qu'ils aient pu altérer en quoi que ce soit la régularité des alluvions dans la baie de Penhouët. »

Les deux opinions ne sont pas inconciliables. Tout en admettant avec M. de Mortillet que la couche archéologique a pu se former à sec primitivement, nous devons reconnaître avec M. Kerviler que les matériaux qui la constituaient ont été remaniés par les eaux marines, et cela probablement à la suite d'un affaissement de la contrée. Dans ce cas il ne serait pas étonnant de trouver réunis dans les mêmes couches des objets

d'époques diverses comme le prétend M. de Mortillet. Mais alors le chronomètre de Penhouët nous donnerait l'époque de l'affaisement et non celle de la formation primitive de la couche archéologique qui peut fort bien être plus ancienne. C'est ainsi que dans l'alluvion actuelle de la Saône, nous trouvons pêle-mêle des objets gallo-romains de l'âge du bronze et de la pierre polie enlevés par la rivière aux alluvions plus anciennes de ses berges, où ces objets se trouvent au contraire classés chronologiquement.

En résumé, si les observations de M. Kerviler n'ont pas la signification absolue qu'on a prétendu leur attribuer, elles n'en sont pas moins très importantes, comme termes de comparaison. Il est intéressant de rapprocher les données fournies par le chronomètre de Saint-Nazaire des résultats obtenus sur d'autres points par un procédé analogue.

On sait que M. Troyon a assigné, par un calcul de proportion, aux palafittes de l'âge de la pierre polie de Chamblon (Suisse) une antiquité maximum de 1500 ans avant notre ère. L'âge du bronze de la Suisse serait donc plus récent.

L'étude que j'ai faite des berges de la Saône m'a amené aux conclusions suivantes : tandis que les couches gallo-romaines se trouvent enfouies à une profondeur moyenne de 1^m dans l'alluvion moderne, la zone de l'époque du bronze est comprise entre 1^m30 et 2^m. Assignant aux couches gallo-romaines une antiquité moyenne de 1500 ans, les couches de l'âge de bronze auraient de 1950 à 3000 ans, c'est-à-dire qu'elles auraient pour limites extrêmes le Ier et le XIIe siècle avant notre ère (1).

M. Tardy, membre de la Société géologique, prenant mes observations pour base d'un travail adressé récemment par lui à l'Académie de Mâcon, et les interprétant un peu différemment, rapporte les débuts de l'âge du bronze dans la vallée de la Saône au VIe siècle avant Jésus-Christ (2).

Les alluvions modernes de la Saône reposent sur des marnes bleuâtres très certainement quaternaires, enfouies à 3^m50 ou 4^m au-dessous de la couche gallo-romaine. Si l'on applique ces données à un calcul de proportion, on est conduit à cette conclusion que le régime quaternaire aurait pris fin sur les bords de la Saône il y a 6750 à 7500 ans.

M. Kerviler arrive à des résultats analogues pour la baie de Penhouët. Les sondages ont démontré que le dépôt vaseux a vingt mètres de puissance au-dessous de la couche de l'âge de bronze, et qu'il repose sur un lit de cailloux et de gros galets qui paraissent correspondre à la fin de l'époque quaternaire. Ces vingt mètres de vase représenteraient 5500 ans qui ajoutés à l'âge de la couche archéologique inférieure seraient un total d'environ 7800 ans, chiffre très voisin du nôtre. En résumé les rapports de niveau entre l'époque gallo-romaine, celle du bronze et les temps quaternaires, sont les mêmes à Saint-Nazaire qu'aux environs de Mâcon.

Ces coïncidences sont-elles fortuites? Je ne le pense pas. Nos deux

(1) *Mémoires de la XLIIe session du Congrès scientifique de France;* réunion d'Autun.

(2) *Annales de l'Académie de Mâcon*; 1876-77.

chronomètres paraissent se vérifier l'un l'autre. Je ne prétends pas en conclure que nos évaluations soient exactes, mais je crois y voir la preuve que les dépôts d'alluvion servant de base à nos calculs se sont formés régulièrement sinon uniformément; et si leur formation n'a pas été uniforme, il resterait à trouver quelle a été la loi de leur croissance ou de leur décroissance régulière. Dans l'état actuel de nos connaissances il est impossible de trancher la question. Mais c'est déjà un grand point de pouvoir constater l'accord de nos chronomètres. Peut-être arriverons-nous un jour à interpréter leur signification exacte, quand nous serons mieux édifiés sur les causes générales qui ont présidé à leur formation.

Je ne crois pas cependant que nos calculs, au moins pour les temps compris dans le régime géologique moderne, soient très éloignés de la vérité. On sait d'une façon certaine que le passage de l'âge du bronze à l'âge du fer s'est effectué en Italie vers le IXe ou le Xe siècle avant notre ère, et que l'usage du fer s'est propagé ensuite de proche en proche vers l'occident. Il n'y a donc rien de bien étonnant à ce que nous trouvions au Ve ou au VIe siècle, ou même plus tard, sur les bords de la Saône ou sur les rivages de l'Océan, des peuplades restées encore à l'âge du bronze.

La généalogie de l'homme d'après M Hæckel et le placenta des Lémuriens.—Nous trouvons, dans un des derniers bulletins de la Société d'anthropologie de Paris (1), une note de M. le professeur Broca, qui peut faire suite à l'histoire du Bathybius, et qui montre avec quelle défiance il faut accepter les théories qui nous viennent de l'école transformiste, voire même de ses plus illustres maîtres. Voici en peu de mots la substance de cette note.

On sait que l'élément essentiel du placenta chez les mammifères monodelphes consiste en villosités vasculaires qui se comportent de deux manières très différentes. Tantôt elles sont uniformément disséminées sur toute la surface de l'œuf; on dit alors que le placenta est *villeux* ou *diffus*. Tantôt elles n'occupent qu'une partie de la surface de l'œuf et alors le placenta est dit *circonscrit*.

Les placentas circonscrits sont appelés *zonaires* ou *discoïdes* suivant leur conformation. Chez tous les primates, l'homme et les singes, pithéciens et cébiens, le placenta est discoïde. Un autre caractère important propre aux placentas circonscrits consiste dans l'existence d'une membrane dite membrane *caduque*, en latin *decidua*, qui enveloppe l'œuf et qui est expulsée avec lui. Les animaux chez qui existe cette membrane sont appelés déciduates.

M. Hæckel dans son ouvrage, la *Création naturelle*, attribuant une importance de premier ordre aux caractères tirés de l'évolution de l'œuf, a déduit de l'étude du placenta et de la caduque, toute la généalogie des mammifères.

Il ne doute pas que tous les déciduates discoplacentaires, parmi lesquels il comprend les lémuriens, les rongeurs, les insectivores, les cheiroptères,

(1) Tome XII (2e série); p. 267.

les simiens et l'homme, ont une origine commune et qu'ils descendent du groupe en partie éteint des lémuriens ou *prosimiens*. Dans sa généalogie de l'homme, les marsupiaux forment le 17e degré; les prosimiens ou lémuriens le 18e; les singes catarrhiniens le 19e; les anthropoïdes le 20e; les hommes-singes ou *alali* (il paraît qu'ils ne parlaient pas encore) le 21e; et enfin les hommes le 22e.

« Ainsi, tout cet édifice généalogique, ajoute M. le Dr Broca, est basé sur l'idée que les lémuriens sont déciduates, c'est-à-dire qu'ils ont une membrane caduque et qu'ils sont discoplacentaires. Voilà le point fondamental sur lequel l'auteur aurait dû prudemment concentrer toute son attention; mais il ne paraît pas qu'il ait pris la peine de le vérifier, car il résulte des recherches de M. Alphonse Milne-Edwards, consignées dans le grand ouvrage sur les mammifères de Madagascar, qu'il publie en collaboration avec M. Grandidier, que les lémuriens n'ont pas de membrane caduque et que leur placenta est villeux et diffus. »

A l'appui de cette assertion M. Broca a présenté à la Société la matrice et l'œuf d'une femelle de propithèque (*Propithecus diadema*) sur lesquels on a pu constater l'exactitude du fait annoncé par M. Milne-Edwards.

Nous sommes donc parfaitement autorisés à conclure avec le savant professeur, que M. Hæckel n'a pas dit le dernier mot de la généalogie de l'homme, ce qui ne surprendra pas nos lecteurs!

ADRIEN ARCELIN.

HYGIÈNE.

Du bain froid dans la fièvre. — Le bain froid abaisse-t-il à la fois la température extérieure et la température intérieure du corps? Ou refoulant le sang de la périphérie au centre, abaisse-t-il la température extérieure, tout en élevant la température intérieure? Telle est la question que se pose le Dr Hussenet (1). A ce sujet, il tente diverses expériences sur des chiens à l'état physiologique et sur des chiens malades. Introduisant un thermomètre dans le rectum et un autre dans le foie, siége du maximum de température, il en fait le relevé avant, pendant et après l'immersion des chiens dans un bain de 14 à 16°.

Toutes les expériences ont été concordantes : chaque fois on a noté pendant l'immersion un abaissement simultané et parallèle des deux températures. La théorie du refoulement interne du calorique ne semble donc pas admissible. Il s'agit ici d'une soustraction directe de chaleur à tout l'organisme et l'auteur en tire une conclusion dont nous lui laissons

(1) *Lyon médical.*

toute la responsabilité : c'est que dans les affections où il y a élévation marquée de la température, y compris la pneumonie, le rhumatisme articulaire, les fièvres éruptives... il y a indication de l'usage des bains froids. Nous regrettons qu'il n'ait point complété les expériences, en plongeant les animaux dans une eau de température inférieure à 14° et capable de provoquer une réaction.

La diphthérie à Paris (1). — L'épidémie de diphthérie (2) a été en 1877 la plus grave que l'on ait constatée jusqu'ici à Paris. L'influence de cette terrible maladie s'accroît dans d'effrayantes proportions, et c'est au point qu'en 1877 la mortalité diphthéritique a atteint un chiffre plus que double de celui de 1872. Voici à titre de preuve le relevé des six dernières années :

En 1872	il y eut à Paris	1135	décès
En 1873	»	1164	»
En 1874	»	1008	»
En 1875	»	1328	»
En 1876	»	1571	»
En 1877	»	2393	»

Le dernier trimestre de 1877 compte une grande part des décès de cette année.

Le diphthérie est, on le sait, surtout une maladie d'hiver. Mais comme on ne peut apporter trop de soins dans l'étude d'un pareil fléau, examinons, en dehors du froid et de l'humidité, l'influence des autres conditions dans lesquelles elle peut apparaître :

1° *Altitude.* Si les lieux élevés jouissent en temps de fièvre typhoïde d'une immunité relative, ils perdent ce privilége en présence de la diphthérie. C'est ainsi que nous voyons les quartiers de Chaumont, Ménilmontant, Montmartre, figurer aux 2e, 3e et 7e rangs de la mortalité diphthéritique, tandis que leur élévation semble les avoir relégués aux 17e 19e et 15e rangs de la mortalité typhoïque.

2° *Densité de la population.* Elle ne paraît pas avoir de grande influence par elle-même. Si les quartiers les plus populeux paient souvent un large tribut à l'épidémie, c'est parce qu'ils sont ordinairement les plus pauvres.

3° *Indigence.* C'est elle qui exerce sur le chiffre de la mortalité l'influence la plus accentuée. Ainsi le XVe arrondissement (Vaugirard) est le plus frappé. Il compte plus de 2 décès pour 1000 habitants. C'est un arrondissement pauvre, tandis que l'arrondissement de l'Opéra n'en compte que 1/2 pour le même nombre d'habitants. Les quartiers les plus

(1) Rapport de M. E. Besnier sur les maladies régnantes des trois derniers mois de 1877.

(2) On ne discute plus aujourd'hui l'identité de nature de l'angine couenneuse et du croup. Tout le monde admet que ce sont deux manifestations locales d'une maladie générale, la diphthérie.

riches : Bourse, Opéra, Elysée, Temple, Louvre, Batignolles, occupent les derniers rangs 19, 20, 18, 17, 12, 16 sur l'échelle de la mortalité, et ces chiffres correspondent aux numéros 20, 19, 18, 17, 16, 15 sur l'échelle de l'indigence.

De l'alimentation des enfants (1). — S'élevant avec raison contre l'alimentation artificielle des tout jeunes enfants, l'auteur justifie son opinion par les considérations suivantes : 1° Bidder et Schmit, Schiff, Albertoni prétendent que dans les premières semaines de la vie, la salive des mammifères ne saccharifie point les matières amylacées et ne peut par conséquent les digérer (2). Si le cabaye seul fait exception à la règle c'est que, pour ainsi dire dès la naissance, sa dentition lui permet de pourvoir à son entretien. On sait que dans les autres espèces animales, le pouvoir saccharificateur de la salive apparait avec la dentition. Jusque-là la salive de l'enfant et celle des carnivores (chien, chat) ne contiennent pas de sufocyanure d'après Cl. Bernard, Schiff, Albertoni, Lussana.

2° Sonsino et Schiff ont démontré que chez les mammifères à la mammelle, de quelques semaines seulement, le suc pancréatique ne saccharifie point l'amidon, et ils pensent pouvoir conclure par analogie qu'il en est de même chez l'enfant. Il ne faut donc pas trop s'empresser de lui donner des féculents.

3° Les femmes du peuple en Italie donnent instinctivement à leurs enfants, quand elles n'ont pas assez de leur lait pour en faire un aliment exclusif, des bouchées de pain ou de la bouillie ensalivées. Si cette pratique n'est pas la plus recommandable à tous égards, elle n'en est pas moins physiologique, et il ne faut pas oublier que l'instinct devance ordinairement la science.

4° L'alimentation avec le lait artificiel de Liebig donne les plus tristes résultats, tandis que les autres laits, et avant tout le lait de chèvre, sont beaucoup plus encourageants.

5° Les petits enfants digèrent mal les œufs, et on en reconnaît parfois dans leurs selles des fragments non altérés.

Action de l'eau sur la peau saine (3). — C'est avec un mélange d'in-

(1) Par le professeur Filippo Lussana (*Journal des Sciences médicales de Louvain*. Décembre 1877. — *Bibliographie médicale de l'Italie*, par le Dr Gallez).

(2) Cependant Korowin et Zweifel avancent que la salive jouit déjà au moment de la naissance de la propriété de saccharifier les féculents, et que cette propriété va grandissant avec l'âge de l'enfant. Il est vrai qu'ils admettent eux-mêmes, que dans les premiers jours, la quantité de salive est très faible, qu'elle ne s'accroît qu'insensiblement, pour arriver à son entier développement au onzième mois. On peut donc considérer comme juste l'opinion de Bidder et Schmit.

(3) *Lyon médical* et *Journal de la Société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles*. Décembre 1877.

térêt et de surprise, dû au nom même de Hebra, qu'on devra lire les lignes qui vont suivre. A en croire le célèbre professeur de Vienne, l'application de l'eau, sous quelque forme que ce soit, ne serait nullement favorable à la santé. Elle ne le serait pas non plus au traitement des maladies inflammatoires internes ou externes. L'eau peut au contraire amener de sérieux inconvénients tels que, diverses éruptions, le prurit, des furoncles... et si la peau était déjà malade, elle n'en devient que plus impressionnable et plus sujette à de nouvelles reprises de l'affection. Cette action irritante, car c'est bien ainsi qu'il faut apprécier l'action de l'eau, est due à ses propriétés macérantes et émollientes qui mettent à nu les jeunes couches de l'épiderme, par la dissociation et l'enlèvement des couches superficielles. Sa température, que ce soit celle des cataplasmes chauds ou celle de la glace serait tout à fait indifférente, et Hébra l'abandonne aux caprices du sujet. Et ce ne sont point là des idées imaginaires, quelque originales qu'elles puissent nous paraître. Hébra les a déduites de sa propre expérience, et il pose ainsi les indications et les contre-indications de l'usage de l'eau.

Indications. Les affections chroniques de la peau, quand il y a lieu de ramollir et d'entraîner des productions épidermiques accumulées, et qu'on veut agir sur la partie profonde de l'épiderme, pour mieux faire absorber le médicament; ainsi dans le psoriasis, le lichen, le pityriasis, l'ichthyose (toutes affections dans lesquelles il y a production exagérée et épaississement de l'épiderme); de même quand il s'agit d'entraîner des produits de suppuration ou de mortification; enfin quand on veut éviter le contact de l'air et favoriser le cicatrisation.

Contre-indications. Ce que nous avons dit nous laisse dès à présent soupçonner d'après Hébra les contre-indications de l'eau. Les individus à peau très irritable et sensible aux moindres influences extérieures; ceux qui sont atteints d'inflammation aiguë, d'infiltration séreuse ou même d'inflammation chronique de la peau, avec exfoliation des couches superficielles de l'épiderme, feront bien de s'en abstenir. Il faudra la proscrire également après l'usage prolongé du savon de potasse, de l'emplâtre de savon, (leur alcalinité leur fait dissoudre les couches épithéliales), après l'application des substances irritantes, soufre, mercure, iode, arsenic. Dans ces différents cas l'eau sera avantageusement remplacée par la poudre d'amidon ou le talc de Venise.

Voilà comment Hébra restreint l'usage de l'eau. S'il marche ainsi à l'encontre de nos idées, même dans les cas où elle nous semble le mieux indiquée, ajoutons qu'en revanche, lorsqu'il l'emploie, il ne craint pas d'en prolonger l'application. Jamais on ne doit rester moins d'une heure dans un bain, et on le peut faire en toute sécurité puisque l'on y vit en pleine santé des semaines et même des mois entiers.

Conservation des viandes par la réfrigération (1). — L'immense service que la conservation des viandes est appelée à rendre à l'alimen-

(1) *Progr. médical*, n° 4 (janvier) 1878.

tation n'a pas besoin d'être démontré. Nous pouvons immédiatement exposer les moyens qui nous donnent dès aujourd'hui déjà les résultats les plus satisfaisants.

Il y a deux procédés principaux de réfrigération : l'un entretient la viande à une température 0°; c'est le procédé Telliez. L'autre la congèle à—20°; c'est le procédé Carré-Jullien. Les partisans de ces deux systèmes leur reconnaissent le mérite de conserver à la viande sa couleur et son goût naturels. Notons cependant que le premier ne congèle pas la viande; que le second au contraire la pétrifie en quelque sorte. Si nous jugeons par analogie, nous qui n'avons goûté aucun des produits, nous serons tenté d'accorder la préférence au premier. Ordinairement les substances congelées, ramenées à une température normale, perdent leurs qualités naturelles et se décomposent plus rapidement. Ne nous hâtons pas cependant de nous prononcer. Jusqu'ici les deux procédés paraissent bons, et une plus longue expérience pourra seule mieux former notre jugement.

Poussières irritantes et phthisie pulmonaire (1). -- Il s'agit de la fabrication des brosses à la maison centrale de Gaillon. Là deux cents détenus travaillent dans ce but le tampico ou soie végétale, le chiendent, les fibres de coco. Les poussières qui s'en dégagent sont à la fois si nombreuses et si irritantes que souvent, le soir, les ouvriers ne peuvent plus parler. Aussi les angines et les bronchites sont-elles fréquentes dans cet établissement. Mais la phthisie pulmonaire ne s'y rencontre pas plus souvent que chez les autres détenus.

M. Hillairet est disposé à croire que les poussières n'occasionnent point la phthisie chez les boulangers, les fondeurs en cuivre, les remouleurs... ou, du moins, on ne doit point les incriminer autant qu'on le fait généralement. Il nous semble bon en tout cas de suivre le conseil de M. Hurel et de faire porter à ces travailleurs un masque de soie métallique pour tamiser l'air qu'ils respirent.

Nourrices et nourrissons syphilitiques (2). — Un médecin appelé à donner des soins à un tout jeune enfant le reconnaît atteint de syphilis héréditaire. Voici d'après M. Fournier quelle conduite il devra tenir. Si l'enfant est seul contaminé, il faudra en écarter la nourrice et recourir au biberon, moyen déjà dangereux en lui-même, mais prenant dans la circonstance, un double caractère de gravité. Faire sucer à l'enfant du lait de chèvre serait préférable, mais ce qu'il y aurait de mieux ce serait de le confier à une nourrice syphilitique si l'on peut s'en procurer une.

Quant à la première, on se gardera bien de la renvoyer avant qu'on ait pu s'assurer qu'elle n'est pas en puissance de syphilis. On la conservera au moins 6 semaines, c'est-à-dire le temps nécessaire à l'incubation de la maladie.

(1) *Compte rendu de la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle*, séance du 27 février 1878.

(2) V. *Prog. médical*, 23 mars 1878.

Si l'enfant a déjà communiqué la maladie à sa nourrice, on fera connaître à celle-ci son état, on la préviendra du danger qu'elle peut faire courir aux siens et à la société, et on tâchera de la conserver. En lui faisant subir un traitement convenable, on sera en possession du meilleur moyen d'assurer la vie du nourrisson.

Quand faut-il lier le cordon ombilical (1) ? — C'est bien là la première question d'hygiène qui intéresse le nouveau-né. D'après de nombreuses expériences, le Dr Budin concluait en 1875 qu'il ne fallait poser de ligature qu'une ou deux minutes après la cessation des battements funiculaires. Les résultats obtenus par M. Schucking viennent corroborer cette conclusion. Il pèse l'enfant aussitôt qu'il est né et, le laissant attaché au placenta, il le pèse encore lors de la sortie de celui-ci. Il constate alors que l'enfant a gagné 60 grammes environ et il attribue aux contractions utérines, agissant par expression sur le placenta, l'entrée de cette quantité de sang dans la circulation fœtale.

M. Sweifel ne conseille de faire la ligature qu'après l'expulsion du placenta par expression manuelle (méthode de Crédé).

Le microscope vient lui-même confirmer les résultats fournis par la balance; si comme l'a fait le Dr Hélot de Rouen, on compte les globules rouges d'après la méthode de M. Hayem, on en trouve environ un million de plus par millimètre cube, au profit de la ligature tardive. Les conséquences d'une telle différence ne doivent évidemment pas être sans influence sur l'état général du fœtus.

Le nouvel antiseptique (2). — L'acide phénique de si grande vogue dans ces derniers temps court le risque d'être supplanté. Le thymol que l'on retire de l'essence de thym nous promet de si beaux avantages que nous croyons utile d'en parler un peu. Sans nous étendre longuement sur ses propriétés chimiques, nous dirons qu'il se présente sous forme de cristaux rhomboïdaux transparents, qu'il est soluble dans l'acide acétique, l'éther et l'alcool, et que l'eau, qui n'en dissout que trois parties pour mille, ne le précipite pas de sa solution alcoolique.

Découvert en 1719 par Neumann, ses propriétés antiputrides ne furent mises en relief qu'en 1868 par Bouillon et Paquet de Lille, mais c'est à Lewin de Berlin que nous sommes surtout redevables de l'étude plus générale et plus précise de ces mêmes propriétés. Il trouva qu'une solution de thymol au 1/1000 arrête la fermentation du sucre, retarde la fermentation du lait et empêche diverses décompositions même quand on ne l'emploie qu'à dose minime. En le comparant à l'acide phénique il le trouva de beaucoup supérieur à celui-ci comme agent antiseptique, sans action irritante marquée sur la peau et les muqueuses, aux doses que l'on emploie ordinairement, et ne les désorganisant jamais, même aux doses toxiques. Aussi la dissolution suivante :

(1) *Prog. médical.* 23 mars 1878.
(2) *Journal des sciences médicales de Louvain.* Mars 1878.

Thymol	1 gramme
Alcool	10 grammes
Glycérine	20 grammes
Eau	1000 grammes

a-t-elle déjà remplacé, dans plusieurs services de chirurgie, la solution d'acide phénique; et l'on a remarqué que la surface des plaies traitées par le thymol, donnait lieu à moins d'exsudation et marchait plus vite vers la guérison. Comme tous les antiseptiques connus jusqu'ici, dans l'usage interne le thymol n'a guère produit de résultat comme agent antifermentescible. Comme agent antipyrétique, on l'a trouvé inférieur à l'acide salicylique.

Ajoutons en terminant que si le thymol est encore d'un prix élevé, relativement à l'acide phénique, il diminue de beaucoup le nombre des pansements; et l'élévation de son prix est largement compensée par cet avantage.

Le lait des vaches phthisiques au point de vue de la transmission de la tuberculose (1). — On ne peut encore résoudre cette question d'une manière définitive. Mais avant d'en connaitre la solution, il est bon de ne pas s'effrayer en songeant aux conséquences que l'ingestion d'un pareil lait pourrait produire. La raison en est d'abord que les vaches phthisiques sont rares, contrairement à ce que l'on a avancé. En 1876 sur 2,500 vaches abattues à Grenelle on en a compté 25 phthisiques. Ensuite les nourrisseurs ont tout intérêt à ne les pas garder puisqu'elles donnent relativement peu de lait. Nous pourrions ajouter que M. Trasbot ne trouve aucune identité entre le tubercule du bœuf et celui de l'homme, et ne croit pas qu'il puisse se transmettre d'une race à l'autre. M. Vallin convient qu'il n'est pas toujours facile de distinguer les tubercules des autres tumeurs, et sans prétendre qu'il y ait ici transmission de la tuberculose, il déclare que le lait des vaches atteintes de pomelière fait mourir les porcs à qui on le donne en nourriture.

M. Gubler croit devoir mettre les expérimentateurs en garde contre les animaux auxquels ils s'adressent. S'il s'agit du lapin il ne faut point se hâter de conclure, car le lapin devient très facilement tuberculeux, sous l'influence de conditions hygiéniques mauvaises et en dehors de toute inoculation, de l'hérédité ou de la transmission par les aliments.

Dr Dumont.

(1) *Compte rendu de la Société de Médecine publique et d'Hygiène professionnelle.* Séance du 27 mars 1878. V. *Prog. médic.* 30 mars.

THÉRAPEUTIQUE.

—

Du traitement de la goutte. — La goutte est une affection dont l'étude a de tout temps vivement préoccupé les médecins. Bien qu'elle soit connue depuis la plus haute antiquité et qu'elle ait donné lieu à des études très nombreuses, nous devons avouer que jusqu'ici un grand désarroi existe dans ce point de pathologie. C'est principalement le traitement de cette maladie qui offre le plus de difficultés et le plus d'obscurités. Ici encore se vérifie ce fait, souvent constaté dans la médecine, que le grand nombre de médicaments employés est la mesure exacte de l'impuissance ou de la faiblesse des ressources thérapeutiques. Le Dr Bordier a cherché dans un travail intéressant et très complet (1), à faire l'inventaire des matériaux dont s'est enrichie l'étude de cette maladie, et à mettre un peu d'ordre sur ce terrain vraiment encombré.

C'est avec raison que l'auteur fait précéder l'étude thérapeutique de quelques notions de pathogénie. Celle-ci seule pourra nous servir de guide dans le choix du traitement à instituer; si elle était bien connue, nous pourrions établir facilement les indications pratiques. Malheureusement il est loin d'en être ainsi. Autrefois on attribuait la goutte à un principe morbide qui infectait l'économie, et dont la distillation provoquait les accès aigus, si douloureux et si connus. Aussi considérait-on ces attaques comme salutaires, et un illustre goutteux, Horace Walpole, disait à ses médecins : « Je ne veux point être guéri de ce qui est un remède. » Et Trousseau lui-même regardait le goutteux comme une machine chargée qui doit se dégager au dehors par quelque soupape de sûreté, *sous peine de faire explosion au dedans*,

La chimie biologique, qui a fait de si grands progrès, a particulièrement éclairé ce point important de la pathogénie de la goutte. Il est établi maintenant, grâce principalement aux travaux remarquables de Ganod, que les goutteux ont une caractéristique commune : l'acide urique ou plutôt l'urate de soude, dont l'élimination par les reins est augmentée. Ce n'est pas à dire que le traitement d'un goutteux doive se borner à tâcher de dissoudre une certaine quantité d'urate de soude. Le problème n'est pas si facile. Il y a d'autres facteurs à considérer, ainsi que nous allons le dire.

Différentes circonstances influent sur la quantité d'acide urique éliminée par les urines. Boussingault et Robin ont démontré par des expériences que l'alimentation azotée augmente la formation d'urate et d'acide urique. Lehmann a prouvé que l'élimination de l'acide urique est

(1) *Du traitement de la goutte*, par le Dr Bordier. *Journal de thérapeutique*, publié par M. Gubler, nos du 10, 25 novembre, 10, 25 décembre 1877, 10, 25 janvier, 10 et 25 février 1878.

plus ou moins active suivant que les digestions sont plus ou moins régulières. Le même expérimentateur a observé sur lui-même que, sous l'influence de l'exercice, le rapport de l'acide urique à l'urée diminuait notablement. On sait, en effet, que l'acide urique n'est qu'une étape sur le chemin que parcourent les substances quaternaires, pour arriver à leur oxydation complète, et que le terme ultime de leur combustion est l'urée.

L'excès d'acide urique dans le sang est l'expression la plus constante du trouble fonctionnel qui caractérise la goutte, mais cet excès ne la caractérise pas absolument. L'affection n'est pas exclusivement due à une combustion imparfaite des matières azotées. Ainsi M. Gubler a vu un de ses malades éliminer, pendant un accès, environ 100 grammes d'urée par jour. Comme le dit le Dr Bordier, on doit distinguer les goutteux en deux classes : chez les uns, la combustion des matières albuminoïdes est active, et ils éliminent une grande quantité d'urée. Ce sont ces malades, qui ont une santé satisfaisante entre des accès très violents et chez lesquels il ne se forme pas de tophus d'acide urique autour des articulations. Chez les autres au contraire, la combustion est incomplète; une certaine quantité de matières quaternaires ne se transforme pas plus loin qu'en urates, et ceux-ci ou bien s'éliminent par les urines ou bien se déposent autour des jointures.

On peut donc dire que la goutte consiste dans une perversion de la désassimilation, et que celle-ci donne lieu à la formation en excès d'acide urique ou d'urée.

Quant au mécanisme intime de ce trouble fonctionnel, il nous est inconnu. Tout ce que nous savons, comme le dit M. Gubler, c'est qu'il se manifeste à la suite d'une longue habitude d'excédants de recettes par rapport à la dépense.

Telle est la donnée principale que la pathologie nous fournit actuellement et dont nous devons tirer toutes les indications, autant pour le traitement préventif que pour le traitement curatif de cette affection si pénible.

Or nous savons que la goutte est héréditaire, il faut donc éviter les unions entre des sujets atteints de manifestations de cette diathèse, et traiter la diathèse chez les sujets voués à l'affection héréditaire.

Ensuite vient le régime; nous avons vu l'influence de cette cause sur la formation d'acide urique; l'observation confirme les données expérimentales, car la goutte est principalement la maladie de ceux qui, favorisés par la fortune, se laissent volontiers entraîner à l'oisiveté et à la bonne chère. Donc chez tous les sujets prédisposés, par influence héréditaire à contracter la maladie, on doit prescrire un régime sévère, dans lequel il faut faire entrer toutes les causes occasionnelles des accès goutteux.

Une fois l'affection établie, le médecin doit s'attacher à combattre la diathèse. C'est ainsi qu'au point de vue hygiénique il faut éviter les climats froids et humides, se soumettre à un exercice musculaire actif, se borner à une alimentation modérée, et sans être trop exclusif, ne pas

abuser des matières azotées, des boissons alcooliques ou gazeuzes, non plus que des substances dynamophores qui diminuent la combustion.

Il est une fonction qu'on ne saurait trop stimuler, c'est la sécrétion de la peau : l'exercice musculaire, l'équitation, la gymnastique, les différents procédés de sudation sont donc doublement indiqués chez les goutteux.

Il est difficile, au reste, de poser des indications bien nettes sous ce rapport. Je ne crois pas ravaler la dignité ni l'importance de la médecine, en disant du goutteux ce qu'on a dit du dyspeptique, que chacun devrait être son propre médecin pour le choix du régime. Le Dr Bordier rappelle avec raison cette sage maxime de William Temple : « un régime simple, une quantité d'aliments que chacun règlera d'après ce qu'il peut digérer facilement, proportionnant ainsi, le mieux possible, la réparation quotidienne de l'organisme aux pertes qu'il éprouve. »

Le Dr Bordier passe ensuite en revue les diverses médications préconisées soit dans le traitement de l'accès lui-même, soit entre les attaques, soit enfin dans la goutte chronique. Nous ne suivrons pas l'auteur dans les longs développements qu'il a donnés à cette étude, qui intéresseront moins les lecteurs de cette Revue. Les notions pathogéniques que nous venons d'exposer prouvent que le traitement de cette affection ne saurait être uniforme et qu'il faut toujours avoir présent à l'esprit cet aphorisme, aussi vieux que la médecine et cependant trop souvent oublié : il n'y a pas de maladies, il n'y a que des malades. Appliqué au cas présent, il se traduit ainsi : ne traitez pas la goutte, traitez les goutteux.

Du traitement de l'asthme par l'iodure de potassium et l'iodure d'éthyle. — M. le professeur Germain Sée a la spécialité des surprises thérapeutiques. Au commencement de l'année dernière il présenta à l'Académie de médecine de Paris un long travail sur l'emploi de l'acide salicylique et des salicylates contre le rhumatisme et la goutte. Cette année (1) M. Sée est venu affirmer qu'il existe un remède énergique et souverain contre l'asthme. Le traitement est double : administration de l'iodure de potassium à l'intérieur pour obtenir la cure radicale de l'affection; inhalations de l'iodure d'éthyle pour couper les accès d'asthme.

A l'appui du premier médicament, M. Sée cite plus de cinquante observations d'asthmatiques où il a essayé différentes médications; et il relève 24 cas qu'il a pu suivre pendant un espace de temps qui n'a pas été moindre d'un an et qui, chez quelques malades, a été de 3 à 4 ans. L'iodure potassique se donne à la dose de 1 gr. 25 à 2 et 3 grammes; la durée du traitement est pour ainsi dire indéfinie; le résultat est la guérison dans presque tous les cas, même chez les malades placés dans de mauvaises conditions hygiéniques.

L'iodure d'éthyle a été employé dans cinq cas d'asthme. Ce corps est un mélange de 2 parties en volume d'alcool et d'une d'acide iodhydrique. On fait respirer 6 à 10 gouttes d'iodure d'éthyle 6 à 8 fois par jour.

(1) Séance de l'Académie de Paris du 29 janvier 1878.

Voici les conclusions qui terminent le travail de M. Sée :

1° L'iodure de potassium constitue le moyen le plus sûr pour guérir l'asthme, quelle qu'en soit l'origine.

2° L'iodure d'éthyle guérit les accès de dyspnée asthmatique d'une manière très rapide ; ce même médicament paraît aussi présenter des avantages dans les dyspnées cardiaques et même laryngées.

On le voit, ces conclusions sont directement en contradiction avec le principe de thérapeutique que je posais en terminant la notice sur le traitement de la goutte. Et cependant, moins que la goutte, et moins que beaucoup d'autres maladies, l'asthme ne saurait être guéri par une seule et même médication. Il y a peu d'affections qui puissent être produites par des causes aussi variées que l'asthme. Il serait vraiment étrange qu'un traitement unique puisse s'appliquer indifféremment à l'asthme goutteux, à l'asthme dartreux, arthritique, mécanique, cardiaque, etc...

Le discours de M. Sée ne pouvait rester sans réponse à l'Académie. M. Jaccoud d'abord, M. Pidoux ensuite se sont élevés contre la tendance thérapeutique de leur collègue. M. Pidoux s'est singulièrement distingué par un discours plein de dignité et d'esprit.

Après avoir revendiqué pour son collaborateur, Trousseau, le mérite de l'emploi de l'iodure de potassium dans le traitement de l'asthme, l'orateur s'étonne qu'on puisse faire si peu de réserves et de distinctions dans le traitement d'une maladie revêtue de tant de formes et de variétés que l'asthme.

Proposer un traitement contre l'asthme en bloc, dit-il, n'est ni clinique, ni académique, mais empirique dans la mauvaise acception du mot. Il y a asthme en général, mais, en particulier, il n'y a que des asthmes et des asthmatiques.

M. Pidoux espère que cet enthousiasme pour un remède unique ne durera pas : « mais cela n'arrivera que quand l'iodure de potassium fera moins de poussière et sera retombé tout doucement, par son propre poids, à la place où Trousseau et moi l'avions mis, sans bruit, il y a plus de quinze ans. »

Ces paroles de M. Pidoux sont bien vraies et mériteraient d'être souvent méditées. Je ne saurais trop m'élever contre cette tendance, si commune de nos jours, à préconiser d'une manière absolue et générale, tel traitement nouveau contre telle maladie, sans en préciser ni les indications ni les contre-indications. Cette manière d'agir a une fâcheuse influence en médecine ; c'est elle qui engendre le scepticisme thérapeutique chez le médecin et la méfiance thérapeutique dans le public.

Des injections hypodermiques. — Une des plus précieuses découvertes de notre époque est, sans contredit, l'administration des médicaments par la voie sous-cutanée ; c'était d'abord la méthode endermique préconisée, en 1823, par Lambert et Lesieur ; l'inoculation médicamenteuse prônée par Lafarque en 1836 ; et enfin les injections hypodermiques qui ont été employées pour la première fois, en 1855, par Wood, à Edimbourg.

Ce mode d'administration des médicaments offre un grand nombre d'avantages, le premier et un des plus importants est sa commodité : on introduit dans l'organisme des substances qui seraient mal tolérées par l'estomac, qui pourraient rencontrer dans le tube digestif des liquides chimiquement incompatibles; on sait la dose exacte de médicament que l'on administre; on est certain de le faire pénétrer directement dans le torrent circulatoire; enfin on obtient des effets beaucoup plus considérables avec des doses souvent moins grandes. Les applications de ce procédé thérapeutique se sont rapidement développées; auparavant le principal effet recherché était le soulagement des douleurs par l'injection hypodermique de morphine. Mais on a peu à peu étendu cette pratique à d'autres substances médicamenteuses. Et actuellement le nombre de cas où ce procédé peut être utilisé devient si grand qu'on pourrait presque se demander si on ne finira pas par supprimer complétement l'administration des remèdes par la bouche. Disons-le de suite, comme de toutes les bonnes choses, on abuse un peu de ce nouveau procédé. Déjà on nous a signalé l'apparition d'une nouvelle maladie, le morphinisme, conséquence de l'abus des injections hypodermiques de morphine (1).

Il est cependant deux nouvelles applications qui viennent d'être signalées et qui méritent d'être retenues. La première est l'*administration de l'éther par la voie sous-cutanée*. Cette médication a été étudiée par Mlle J. Ocounkoff, une femme-médecin (2). Dans ce travail intéressant, l'auteur expose les résultats de ses recherches sur l'action physiologique et les applications thérapeutiques de l'éther, injecté sous la peau. Il résulte de ces observations que ce traitement est très efficace dans les cas où il existe un affaiblissement profond de tout l'organisme et où il y a indication de ranimer au plus vite la vie prête à défaillir. On y aura spécialement recours dans les syncopes graves, qui surviennent par exemple à la suite d'hémorrhagies puerpérales ou chirurgicales. Dans ces cas désespérés, où la seule planche de salut était, jusqu'ici, la transfusion du sang, opération souvent impraticable et en tous cas assez dangereuse, on peut parfois réussir à réveiller la vie au moyen d'injections hypodermiques d'éther.

Une autre application de la méthode sous-cutanée se rapporte à des cas analogues à ceux que nous venons de citer. Il s'agit du traitement des hémorrhagies elles-mêmes. On connaissait l'efficacité du seigle ergoté et de l'ergotine contre les hémorrhagies, mais les injections sous-cutanées d'extrait d'ergot paraissent l'emporter sur l'administration interne, par la rapidité et la sûreté de l'action. C'est ce qui résulte des observations publiées par M. Yvon (3) et M. Constantin Paul (4). Ce der-

(1) *Du morphinisme*, par le Dr Moeller. *Journal des Sciences médicales de Louvain*. Février 1876.

(2) Thèse de Paris, 4 juin 1877.

(3) *Bulletin de thérapeutique*, 30 juillet 1877, p. 79.

(4) *Bulletin de thérapeutique*, t. 93, p. 239.

nier a combattu quatorze fois des métrorrhagies abondantes par les injections sous-cutanées d'extrait d'ergot, et chaque fois il a pu arrêter l'hémorrhagie dans un espace de temps qui n'a jamais dépassé seize minutes. Ces malades, dont les hémorrhagies étaient toutes graves et souvent compromettantes, étaient atteintes de cancers plus ou moins avancés ou étaient dans la puerpéralité.

Une autre application peu connue des injections hypodermiques mérite notre attention; il s'agit d'essais d'*alimentation sous-cutanée* chez des malades qui se trouvaient dans l'impossibilité absolue d'avaler de la nourriture par les voies ordinaires. Les premiers essais sont déjà anciens. C'est en 1869 que A. Menzel et H. Perco (1) ont administré des matières alimentaires par la méthode hypodermique, surtout chez des chiens, mais aussi à un malade, atteint de carie des vertèbres et qui se trouvait à la clinique de Billroth. Ils se bornèrent à pratiquer des injections de substances graisseuses, de lait et de liquides sucrés. Les seules conclusions auxquelles ils arrivèrent est que ces injections sont indolores, ne laissent aucune trace après elles et que ces substances nutritives sont facilement et complétement résorbées dans le tissu cellulaire.

Le Dr Krueg expose l'observation d'un aliéné (2) qui refusait absolument toute nourriture et chez lequel il était impossible d'introduire des matières alimentaires par les voies digestives. Connaissant les essais de Menzel et Perco, il eut également recours aux injections hypodermiques de substances nutritives; il employa de l'huile d'olive, une fois une solution de sucre et une fois un œuf. L'huile et le sucre furent résorbés sans accidents; mais l'œuf donna lieu à une inflammation locale, qui se termina par la suppuration.

Quant aux effets de ces injections sur la nutrition générale, ils ne sont pas renseignés dans l'article du Dr Krueg.

Enfin en 1876, le professeur Whittaker, de Cincinnati, fit un nouvel essai et son observation est plus concluante (3). Une jeune fille de 20 ans, atteinte sans doute d'ulcère à l'estomac, était dans l'impossibilité de conserver aucun aliment ingéré par la bouche; le lait lui-même était immédiatement rejeté. On eut recours pendant quelque temps à l'alimentation par le rectum, mais on dut bientôt y renoncer. L'état de maigreur et de consomption était effrayant et grave. C'est alors que M. Whittaker eut recours aux injections hypodermiques nutritives. Toutes les deux heures on pratiquait une injection soit de lait, soit de suc de viande. Ce traitement dura du 6 au 9 janvier inclusivement : la température redevint normale, le pouls devint plus plein et plus fort; le délire et les douleurs se dissipèrent. Du 9 au 12 janvier le lait fut remplacé par l'huile de foie de morue. L'état général s'améliora encore et

(1) *Wiener medizinische Wochenschrift*, XIX, 31, 1869.

(2) *Künstliche Ernährung durch subcutane injektionen*. Wien med. Wochenschr. XXV, 34, 1875,

(3) J. Whittaker, professeur de physiologie et de clinique médicale au Medical College of Ohio à Cincinnati. — *The Clinic*. X, 4, 22 janv. 1876.

l'estomac se remit assez pour permettre à la malade d'ingérer des aliments par la bouche. Au 17 janvier son état était très satisfaisant. On avait pratiqué 68 injections; le lait avait déterminé deux fois la formation de petits abcès, l'huile de foie de morue avait toujours été bien supportée.

Cette observation du Dr Whittaker doit engager les praticiens à répéter ces essais. Et on pourrait avec avantage recourir aux injections de matières nutritives quaternaires, telles que du sérum sanguin chaud, qui serait facilement résorbé par les lymphatiques du tissu cellulaire. On est d'autant plus en droit de faire ces expériences, qu'elles sont indiquées dans des cas tout à fait désespérés.

De la vaseline. — On désigne sons ce nom, en Amérique, un excipient pharmaceutique de la consistance de l'axonge, qui la remplace de la façon la plus heureuse dans la préparation des pommades et particulièrement de celles qui sont employées dans le traitement des maladies des yeux.

C'est M. Chesebrough, chimiste américain, qui, en cherchant à extraire les hydrocarbures du goudron de pétrole, obtint le premier une sorte de gelée minérale, à laquelle il donna le nom de vaseline.

En Angleterre et aux États-Unis, la chirurgie emploie souvent la vaseline dans le pansement des plaies, et la médecine dans la préparation des pommades magistrales, de préférence à l'axonge, au cérat et surtout à la glycérine. Quelques médecins l'ont administrée avec succès à l'intérieur, à la dose de 10 grammes dans les 24 heures, contre certaines affections du larynx et des bronches.

Tout récemment M. le Dr Galezowski (1) a vivement recommandé la vaseline pour la thérapeutique oculaire. Il l'a essayé sur plus de mille malades, et il déclare que l'expérience a dépassé de beaucoup ses prévisions.

On utilise aussi la propriété qu'elle possède de donner de la consistance aux huiles, de dissoudre le chloroforme, l'iode, l'éther et les alcaloïdes pour composer des liniments d'une action sûre et d'un emploi commode. Enfin, à cause de son inaltérabilité et de sa grande affinité pour les essences, elle est employée dans la parfumerie et surtout dans l'enfleurage, industrie où elle commence à prendre une place importante (2).

Dr MŒLLER.

(1) *Recueil d'ophthalmologie.*

(2) MM. Gueneau de Mussy et Limousin. *Bulletin de la Société de thérapeutique.*

PHYSIOLOGIE.

—

Séparation du fibrinogène et de la paraglobuline dans le plasma sanguin. — On sait que l'explication de la coagulation du sang est hérissée de difficultés et que depuis deux siècles elle exerce la sagacité des physiologistes. Si l'on ouvre une veine sur un animal vivant et qu'on reçoive le sang dans un vase, après quelques minutes le liquide se transforme en une gelée épaisse à tel point qu'on peut retourner le vase sans que rien s'en échappe. Puis un liquide transparent, le *sérum*, commence à sourdre à la surface du caillot, la quantité de ce sérum libre augmente graduellement, et au bout de vingt heures au maximum le phénomène initial se trouve renversé : au lieu d'un caillot solide emprisonnant une substance liquide, on a une masse liquide dans laquelle nage une substance solide. Celle-ci est composée de fibres blanchâtres disposées en réseau; les globules du sang, auxquels le caillot doit sa couleur rouge, en remplissent les mailles. Le sang, qui, dans l'intérieur des vaisseaux, se composait de deux éléments, l'un solide, les *globules*, l'autre liquide, le *plasma*, se décompose donc au terme de la coagulation en trois substances : les globules, la masse filamenteuse appelée *fibrine* et le sérum, ces deux dernières dérivant de la déduplication du plasma. Mais à ce phénomène fondamental sont venus s'ajouter, à la suite d'observations multipliées, d'autres particularités qui ont singulièrement compliqué la question. Pourquoi le sang, qui ne tarde pas à se coaguler dans un vase de verre, reste-t-il liquide dans l'intérieur des vaisseaux sanguins? Dans les phénomènes, qui dépendent du principe vital, on est assez habitué, il est vrai, à rencontrer le mystère, et il n'y aurait rien de bien surprenant à voir le sang se comporter de deux façons différentes dans l'intérieur du corps vivant et au dehors; toute matière introduite dans l'économie semble en effet changer de propriétés, et on serait presque tenté de se ranger à la théorie plus que mystérieuse de la matière se métamorphosant dans son essence même sous l'influence d'une nouvelle forme, si, dans la décomposition des corps organisés, on ne retrouvait pas, atome pour atome, tous les éléments simples précédemment assimilés. Par une expérience demeurée célèbre, Hewson, à la fin du siècle dernier écarta, dans l'objet qui nous occupe, l'hypothèse d'une intervention quelconque du principe vital. Il appliqua deux ligatures sur le trajet d'un vaisseau rempli de sang, excisa le segment vasculaire compris entre elles et constata que le sang ne s'y coagulait pas plus que dans les vaisseaux renfermés à l'intérieur du corps. D'ailleurs c'était un fait déjà observé par tous ceux qui avaient disséqué un cadavre, que deux, trois jours après la mort, le sang sortait liquide des veines sans apparence de coagulation.

Autre question : quelle sorte de changement éprouve le plasma au moment de la coagulation? Contenait-il déjà avant ce moment deux espèces

d'albuminoïdes, et tout le changement, apporté par la coagulation consiste-t-il dans le passage de l'une de ces espèces de l'état liquide à l'état solide; ou bien le procédé de la coagulation a-t-il une influence plus radicale et modifie-t-il le plasma au point de vue chimique même? Denis entama la résolution de cette question. Ses premières recherches datent de 1842, il les poursuivit en 1856 et en 1859. Il remplit de sang un vase dont le septième de la capacité était occupé par une solution saturée de sulfate de sodium. Après quelques heures les globules étaient tous précipités : le plasma, qui ne présentait aucune trace de coagulation, fut retiré du vase et mélangé avec du chlorure de sodium en poudre : il se forma au sein du liquide un précipité floconneux d'une substance appartenant au groupe des albuminoïdes. Cette substance, la *plasmine* (c'est le nom que lui a donné Denis), recueillie sur un filtre, puis redissoute dans l'eau fournit une solution limpide dont une partie se coagula spontanément *(fibrine concrète)* et l'autre *(fibrine soluble)* resta en solution. D'après Denis, avant la coagulation, il y avait dans le plasma deux substances, l'une que ne précipitait point le chlorure de sodium, la *sérine*, et l'autre précipitable par ce chlorure alcalin, la *plasmine :* le phénomène de la coagulation consistait dans le dédoublement chimique de la plasmine, qui se décomposait en fibrine concrète et en fibrine soluble.

A. Schmidt reprit l'étude de la question. Son point de départ fut une expérience faite par Buchanan : le liquide obtenu par la ponction d'une hydrocèle est incoagulable à la température ordinaire ; il en est de même du sérum : cependant ajoutez du sérum à la liqueur d'hydrocèle, il y aura coagulation et formation de fibrine. Il n'y a pas de différence à constater entre cette fibrine et la fibrine naturelle du sang : dès lors Schmidt se crut autorisé à conclure que la fibrine du sang provenait aussi de la réaction mutuelle de deux albuminoïdes existant dans le plasma avant la coagulation, le *fibrinogène*, correspondant à l'élément de même nom de la liqueur d'hydrocèle, et le *fibrinoplastique,* qui se retrouvait encore dans le sérum après la coagulation, parce qu'il était en excès par rapport au fibrinogène. Le fibrinoplastique est identique avec la *paraglobuline* de Kühne.

Cependant quelque effort que fit Schmidt et, après lui, bon nombre de physiologistes, jamais on n'était parvenu à montrer dans le plasma d'un côté le fibrinogène, de l'autre le fibrinoplastique, et la théorie laissait beaucoup à désirer sous ce rapport. Et il n'y avait là rien d'étrange, si l'on songe que, à part la propriété de réagir l'un sur l'autre pour former de la fibrine, il n'y avait rien qui différenciât le fibrinogène d'hydrocèle d'avec le fibrinoplastique. Tous deux étaient précipités par le chlorure de sodium en poudre, par un courant d'acide carbonique anhydre ; tous deux étaient sensibles de la même manière aux mêmes réactifs. Tout procédé qui fournissait l'un fournissait aussi l'autre : il est vrai que la coagulation elle-même isolait le fibrinoplastique en excès, et que de l'autre on avait, dans la liqueur d'hydrocèle, du fibrinogène sans mélange de fibrinoplastique : mais, comme nous le disions, c'était dans le sang qu'il fallait faire apparaitre ces deux substances à l'état d'isolement : car en somme la

différentiation des albuminoïdes est encore tellement peu avancée que la fibrine du sang, tout en présentant les mêmes réactions que la fibrine due au liquide d'hydrocèle, pouvait bien cependant être tout à fait distincte de cette dernière, et nous avons un exemple analogue dans le fibrinogène lui-même et le fibrinoplastique qui se comportent de la même manière en présence des réactifs et sont cependant deux substances différentes. Mais supposons les deux fibrines identiques : il pouvait se faire, même dans la théorie de Schmidt, que le sang ne contînt que du fibrinoplastique. Car, d'après lui, la fibrine n'est pas le produit de la combinaison du fibrinogène et du fibrinoplastique, mais le résultat de la réaction de ces deux éléments l'un sur l'autre : de telle sorte que le fibrinogène se changeait en fibrine par la présence du fibrinoplastique et de même le fibrinoplastique se changeait en fibrine par la présence du fibrinogène. Cette action mutuelle était intermédiaire entre l'affinité et la simple action de présence, en ce que d'une part il n'y avait pas union des deux corps et que de l'autre chacun des deux corps était cependant altéré chimiquement après la réaction. Puisque le fibrinoplastique se convertit en fibrine par l'action du fibrinogène, il pouvait se faire que cette transformation s'opérât également sous l'influence d'autres conditions encore inconnues, qui se vérifieraient dans le plasma extrait du corps.

A tout prix, il fallait donc s'attacher à trouver dans le plasma avant la coagulation deux substances albuminoïdes distinctes de l'albumine du sérum, et démontrer que l'une jouait dans le phénomène de la coagulation le rôle du fibrinogène de la liqueur d'hydrocèle, tandis que l'autre était bien le fibrinoplastique qu'on retrouve dans le sérum après la coagulation. Le docteur Fredericq, de l'Université de Gand, dans la première partie de ses *Recherches sur la coagulation du sang* (1), nous communique déjà d'importantes découvertes faites par lui et qui semblent devoir faire avancer singulièrement la question. Il était occupé, comme il l'avoue lui-même, à rechercher quelle température peut supporter le plasma sans perdre la faculté de se coaguler spontanément avec production de fibrine. Ce mot de *température* pourra déjà faire soupçonner aux physiologistes que la chaleur va servir à isoler le fibrinogène du fibrinoplastique : c'est ainsi que Kühne a trouvé deux des substances albuminoïdes du plasma musculaire, l'une se coagulant à 45° ou 47°, l'autre à 75°. Mais ici on ne pouvait guères prévoir un tel résultat, à cause d'expériences analogues faites sur le sérum sans aucun succès : le sérum, en effet, se coagule par degrés à partir de 65° jusqu'à 73°, s'épaississant de plus en plus jusqu'à atteindre la consistance d'une gelée de fruits. Cette coagulation successive rend manifestement impossible la séparation par la chaleur des deux principes albuminoïdes du sérum, le fibrinoplastique et l'albumine ordinaire, et laissait peu d'espoir d'obtenir une issue sa-

(1) Recherches sur la coagulation du sang (1re partie), par M. Léon Fredericq, docteur en sciences et docteur en médecine, préparateur à l'Univ. de Gand. *Bull. de l'Ac. roy. de Belg.* 1877, n° 7.

tisfaisante pour l'application de la chaleur à l'analyse du plasma. Aussi la fortune eût-elle une part manifeste dans le succès d'une expérience, que le Dr Fredericq destinait à un tout autre but. Mais, comme il arrive toujours, quoique ce soit la fortune qui révèle ordinairement les secrets de la nature, il n'est pas donné à tout le monde de la comprendre et il faut une certaine dose d'esprit pour interpréter son langage.

Le procédé suivi par l'expérimentateur était le suivant : il avait renfermé un segment de veine jugulaire de cheval gonflé de sang dans un tube de verre à parois minces dans lequel plongeait aussi un thermomètre. Le tube convenablement bouché était placé dans un bain-marie muni aussi de son thermomètre. Il chauffa lentement de façon que le thermomètre intérieur ne fût jamais en retard de plus d'un ou deux dixièmes de degré sur le thermomètre plongé dans l'eau. En retirant la veine à une température inférieure à 55°,5 et en l'ouvrant, le liquide qui s'en écoula n'avait pas changé d'aspect et ne tarda pas à se prendre en caillot à la façon du plasma ordinaire. Mais en poussant la température jusqu'à 56°, le liquide recueilli ne se coagula plus et fut conservé plusieurs jours sans donner la moindre trace de fibrine. Cette expérience répétée au moins sur une douzaine de veines donna chaque fois des résultats identiques. Une température supérieure à 56° fait brusquement et irrévocablement perdre au sang la faculté de produire la fibrine, et une addition de sérum même est incapable de la lui rendre. Mais, fait important, en même temps que le liquide était devenu incoagulable, il changea d'aspect par suite de la formation d'un précipité grumeleux. La substance qui constitue ce précipité est douée de propriétés remarquables. Sa présence à l'état de solution dans le plasma est requise pour la formation de la fibrine : car, comme nous venons de le voir, la température à laquelle elle se précipite coïncide exactement avec celle à laquelle le liquide sanguin cesse d'être coagulable. Si l'on extrait du plasma cette substance par le filtrage, le liquide restant est identique avec le sérum : comme ce dernier, il devient opalescent à 65°, se coagule ensuite complétement si on élève davantage la température et contient deux albuminoïdes en solution, l'albumine ordinaire et la paraglobuline ou fibrinoplastique. Si, au lieu d'opérer sur le plasma, on opère sur de la plasmine, on retrouve de nouveau la substance qui se précipite à 55° et une autre substance qui se précipite à 75°.

Quelle est l'interprétation à donner à ces faits? Toutes les propriétés que nous venons d'énumérer ne sont-elles pas précisément celles que devait avoir le fibrinogène d'après les prévisions de Schmidt? Le Dr Fredericq aurait donc isolé le fibrinogène cherché depuis si longtemps, et si l'on ajoute aux preuves déjà énumérées, le fait que la substance se coagulant à 56° a été retrouvée dans le sang d'un grand nombre de chevaux et dans celui de plusieurs autres espèces de vertébrés, il est difficile de ne point considérer comme très probable qu'elle mérite bien le nom que lui donne le savant auteur du mémoire analysé ici. Mais notre consciencieux observateur n'était pas homme à laisser la question dans cet état, et il ne tarda pas à reconnaître dans

la substance isolée par lui certaines propriétés que A. Schmidt à coup sûr n'aurait pas attribuées à son fibrinogène. D'abord le fibrinogène du Dr Fredericq ne semble pas identique avec le fibrinogène de la liqueur d'hydrocèle, car ce dernier ne se coagule que vers 65° et de plus il perd à 60° le pouvoir de se transformer en fibrine, quoiqu'à cette température il n'ait éprouvé aucune altération perceptible à l'œil. De plus, d'après Schmidt, si le sérum contenait du fibrinoplastique, c'est que ce dernier était en excès dans le plasma relativement au fibrinogène. Maintenant, d'après une série d'analyses faites par le Dr Fredericq, le fibrinogène aussi est en excès, car le poids du fibrinogène avant la coagulation est plus grand que le poids total de la fibrine formée. Nous devons attendre sur ce point les explications ultérieures qui nous sont promises pour la seconde partie du mémoire.

La raison pour laquelle le sang ne se coagule pas dans les vaisseaux a été aussi placée dans un nouveau jour par les recherches du Dr Fredericq. Il observa que la coagulation de la plasmine était singulièrement retardée, lorsqu'on recevait le sang *directement* dans une solution concentrée de sulfate de magnésie. Il avait l'habitude de faire couler le sang d'abord dans un gobelet ou tout autre récipient de petites dimensions, dont il déversait ensuite le contenu dans la solution magnésienne, et, en traitant le mélange d'après les procédés indiqués par Denis, il obtenait de la plasmine, qui se coagulait avec la plus grande rapidité. Mais un jour il fut fort surpris de ne pas voir se coaguler la plasmine, qui ne prit la forme solide que le lendemain. Il se rappela alors ne pas avoir employé son procédé habituel et avoir reçu *directement* le jet de sang dans la solution magnésienne. La seule explication possible de ce fait, c'est que le sang laissé à lui-même, subit, dès son issue de l'organisme et avant même que les phénomènes extérieurs de la coagulation soient survenus, des changements qui favorisent cette dernière : ce serait la *période latente* de la coagulation. Il est extrêmement probable que pendant cette période prend naissance un troisième élément de la coagulation, le *ferment de la fibrine* de Schmidt. Et, en effet, en introduisant artificiellement ce ferment dans les mélanges formés en recevant immédiatement le sang dans le sulfate de magnésie, au lieu d'un jour, une heure suffit à déterminer la coagulation de la plasmine. Il semble que ce soient les globules blancs, qui jouent le principal rôle dans la production du ferment. Le sang peut rester cinq, six jours, dans une veine de cheval sans se coaguler : en y regardant avec attention cependant, le Dr Fredericq y a presque constamment découvert un petit caillot à forme de lentille biconvexe, occupant exactement la limite entre la couche liquide supérieure et la couche inférieure où en vertu de leur poids se sont ramassés les globules : or, les globules blancs ayant un poids spécifique plus petit que les globules rouges, on voit que le caillot s'est formé dans la zone où les premiers sont en plus grande abondance. Ce phénomène montre déjà que les vaisseaux n'ont aucune action préventive directe relativement à la coagulation : tout ce qu'ils font est d'empêcher la production

du ferment. Si l'on veut une preuve plus concluante encore, on peut répéter l'expérience indiquée par l'auteur du mémoire. Prenez une veine de cheval gonflée de sang, divisez-la en segments par des ligatures, introduisez du ferment dans un de ces segments et des solutions inertes dans les autres; le sang renfermé dans le segment où se trouve le ferment se coagulera aussi vite que s'il était placé dans un verre, tandis que les autres portions de la veine ne fournissent pas d'apparence de coagulation.

Il nous reste une remarque à ajouter : si l'on veut se rendre compte de l'esprit vraiment scientifique qui a présidé à ces recherches, il faut lire le mémoire lui-même : on y verra avec quelle prudence et quelle sagacité l'auteur avance sur un chemin semé de toutes parts de dangers, et avec quelle modération il présente ses affirmations, quand le contrôle sévère, auquel il les a soumises, laisse encore planer quelque nuage sur leur certitude.

Stérilisation des bactéries par l'application discontinue de la chaleur. — Les germes des bactéries résistent mieux à la chaleur, comme on le sait, que les organismes adultes : ceux-ci périssent très souvent à une température assez faible, ceux là survivent à une ébullition prolongée pendant deux, trois heures même. M. Tyndall (1) est arrivé à pouvoir détruire les germes mêmes en les soumettant à une température inférieure à 100° et cela pendant cinq à six minutes seulement. Voici sur quelles considérations repose son procédé. Les germes se développant peu à peu, supposons qu'il leur faille un peu plus de 24 heures pour arriver à l'état parfait. A mesure qu'ils approchent de ce terme, ils deviennent de plus en plus sensibles à la chaleur. Maintenant je prends un liquide renfermant des bactéries et je le soumets à une température capable de détruire les individus adultes : les germes résisteront, mais si je porte de nouveau, vers la fin des 24 heures, le liquide à cette même température, les germes, qui sont maintenant presque entièrement développés, succomberont à leur tour : il ne faut pas attendre au delà des vingt-quatre heures, car dans ce cas les germes devenus adultes se seraient reproduits, et la nouvelle génération résisterait à la seconde élévation de température. Théoriquement deux élévations de température à vingt quatre heures d'intervalle suffiraient à détruire tout ce qui a vie dans la solution, bactéries et germes. Mais dans la nature vivante on ne doit point s'attendre à une régularité mécanique : au bout de vingt-trois heures par exemple, tous les germes n'ont point atteint le même degré de développement et, parmi eux, il se trouvera infailliblement quelques retardataires qui se montreront peu sensibles à l'ébullition. Mais le jour suivant ils se développeront, et si l'on porte de nouveau le liquide à l'ébullition à l'expiration des vingt-quatre heures, ils seront détruits à leur tour : s'il en est encore qui se

(1) Further Researches on the Deportment and vital Persistance of putrefactive and infective Organisms from a physical point of view, by John Tyndall. *Phil. Transact.* Vol. 167. Part. I. p. 149.

montrent réfractaires à ces trois épreuves, on en ajoutera une quatrième, et ici, comme partout ailleurs, l'expérience devra déterminer quelles seront les conditions les plus favorables par rapport au nombre des ébullitions et à l'intervalle de temps qui doit les séparer deux à deux. M. Tyndall, expérimentateur adroit autant que lucide vulgarisateur, a nécessairement soumis ses vues au contrôle de l'observation. Nous choisirons une de ses expériences pour donner une idée de sa manière d'opérer. Il remplit dix éprouvettes d'une infusion d'un foin remarquable pour la force de résistance de ses bactéries à l'influence de hautes températures, et les exposa par intervalles à des températures inférieures chaque fois de quelques degrés à l'ébullition : le temps de chaque exposition ne dépassait pas une minute. Quatre autres éprouvettes contenant les mêmes infusions furent soumises pendant dix minutes consécutives à l'ébullition. Ces quatre dernières furent trouvées plus tard, sans aucune exception, troubles et couvertes d'écume, tandis que, des dix autres, neuf étaient restées parfaitement limpides. On aurait peut-être désiré que M. Tyndall eût continué l'ébullition au delà de dix minutes : mais c'était inutile, car, par d'autres expériences du même genre, il avait établi qu'on n'obtenait pas plus de résultat avec quatre heures qu'avec dix minutes et qu'il fallait cinq heures d'ébullition pour détruire ce genre de bactéries. D'où il est arrivé à formuler le principe suivant qui, avant ses expériences, aurait offert quelque chose de paradoxal : cinq minutes d'ébullition discontinue équivalent pour la destruction des bactéries à cinq heures d'ébullition continue.

Quantité de chaleur développée par le muscle en activité. — Sous la direction de Heidenhain, M. Nawalichin (1) a recherché la quantité de chaleur développée par le muscle en activité. Il opère sur des muscles chargés d'un poids constant et soumis à des excitations croissantes. La quantité de chaleur augmente avec la hauteur à laquelle est élevé le poids, mais plus rapidement : une excitation succédant à une autre à un intervalle très court ne produit une augmentation de chaleur que dans le cas où elle augmente aussi la hauteur d'élévation du poids : ainsi, s'il est établi que dès que l'intervalle est supérieur à 1/600 de seconde la hauteur du poids ne varie pas, M. Nawalichin a trouvé aussi de son côté que pour des intervalles de cette grandeur il n'y avait pas non plus d'élévation de température. Voici comment ce savant explique l'augmentation plus rapide de la quantité de chaleur que de la hauteur d'élévation du poids. Deux causes concourent à élever le poids, l'élasticité du muscle et sa contractilité : mais l'effet physiologique de stimulants croissants étant de diminuer l'élasticité, le travail à exécuter retombe donc en plus grande partie sur la contractilité. La contractilité qui est une propriété vitale ne s'exerce qu'aux dépens des combustions qui s'effectuent dans l'or-

(1) J. Nawalichin. Myothermische Untersuchungen. Pflüger's Archiv. XIV. S. 293. Compte rendu par Rosenthal. *Centralbl. für die med. Wissensch.* 1877. S. 679.

ganisme : donc l'intensité du stimulus venant à croître, un même accroissement d'élévation de la charge exige plus de chaleur, parce qu'il suppose un exercice plus actif de la contractilité. Les faits suivants sont apportés pour confirmer cette explication. On prend un stimulant assez puissant pour élever d'un seul coup un poids donné à une certaine hauteur : puis, d'un autre côté, par l'application successive de stimulants moindres on porte le poids à la même hauteur que précédemment : la quantité de chaleur développée dans le premier cas est plus grande que dans le second. De plus, en appliquant deux stimulants inégaux, mais tous deux plus forts que celui qui suffit à élever le poids à la hauteur maximum, la production de chaleur la plus grande correspondra au poids le plus fort.

Influence des températures élevées sur l'économie animale. — Le Dr Litten (1) a fait deux séries de recherches, ayant pour but de déterminer l'influence des températures élevées, d'une part sur la formation de la graisse, de l'autre sur la quantité d'acide carbonique exhalé. L'animal est renfermé dans la partie la plus intérieure d'un cylindre à double paroi : l'espace annulaire,compris entre les parois, est rempli d'eau maintenue à une température constante de 36° à 37°. La température de l'animal est prise dans le rectum. Les animaux choisis furent des cochons d'Inde et les observations anatomiques étaient faites immédiatement après la mort, quand le sujet soumis à l'expérience succombait pendant le jour. Le maximum du temps pendant lequel les cochons d'Inde résistèrent à cette température anormale fut de cinq à six jours : dans la première série de recherches ils recevaient quelque nourriture à la fin du troisième jour.

a) Première série de recherches. La formation de globules graisseux commençait au plus tôt au bout de 36 heures et devenait excessivement active à mesure que le temps de l'expérimentation devenait plus long.

Elle avait une certaine régularité dans sa propagation à travers l'économie. L'organe le premier atteint était constamment le foie : puis le cœur et les reins à peu près simultanément, le cœur précédant quelquefois les reins : puis les muscles striés et parmi eux en premier lieu ceux de la respiration, le diaphragme et les muscles intercostaux. Quant à l'abondance des particules de graisse dans les différents organes, le microscope a fait découvrir dans chaque cellule du foie une goutte graisseuse qui en cachait le noyau : dans les muscles, les gouttes de graisse étaient quelquefois accumulées au point de voiler complétement les stries. A l'état normal, il est vrai, on trouve aussi de la graisse dans les tissus, mais le Dr Litten a eu soin de rapporter à l'élévation de la température les seuls dépôts graisseux dont l'intensité dépassait de loin les dépôts normaux.

(1) Ueber die Einwirkung erhöhter Temperaturen auf den Organismus, von Dr M. Litten, Assistenten der med. Klinik und Docenten an der Universität Berlin. *Virchow's Arch.* 1 Mai 1877.

b) La seconde série de recherches, comprenant treize expériences, a amené l'auteur à formuler la conclusion suivante : à partir de six ou huit d'heures d'expérimentation, la quantité d'acide carbonique expiré diminue de plus en plus et peut même devenir la moitié seulement de la quantité normale.

Ces deux phénomènes simultanés : accumulation de graisse, diminution d'acide carbonique exhalé, concordent parfaitement et admettent une explication unique. Plusieurs physiologistes ont déjà signalé le fait d'une plus grande sécrétion d'urée à la suite d'échauffements artificiels ou fébriles. Comme l'urée est le principal produit de l'oxydation des substances azotées du corps, il faut donc admettre que, sous l'influence de la chaleur, une plus grande partie de substances albuminoïdes a été décomposée. Mais Fränkel a montré avec grande probabilité que c'était surtout le défaut d'oxygène qui hâtait la décomposition des substances albuminoïdes et augmentait la sécrétion de l'azote. Admettons maintenant que l'élévation de température diminue le nombre des globules rouges ou au moins leur enlève de leur aptitude à charrier l'oxygène, hypothèse que des expériences directes rendent hautement probable, tout alors s'explique. L'altération des globules rouges entraîne une diminution dans la quantité d'oxygène reçue par les tissus : ceux-ci se décomposent et fournissent l'urée en plus grande abondance; mais en même temps l'oxydation des produits non azotés est forcément incomplète : ils ne se transforment pas intégralement en eau et en acide carbonique : voilà donc la diminution d'acide carbonique expliquée et par là même l'accumulation de la graisse, qui constitue précisément un des produits de la combustion incomplète des substances non azotées.

Absorption cutanée chez la grenouille. — La question des propriétés absorptives de la peau chez l'homme est encore indécise, tant les observations semblent se combattre l'une l'autre. Ce n'est pas, évidemment, que deux faits puissent jamais se contredire, mais, en dépit de la sincérité et de l'habileté des observateurs, les narrations de deux expériences différentes peuvent très bien être inconciliables à cause de l'omission involontaire de circonstances d'une importance fondamentale. Que la peau, lorsque l'épiderme a été enlevé par abrasion ou par l'action destructive de certains agents, jouisse d'une véritable faculté d'absorption, c'est admis de commun accord; mais la divergence est aussi grande qu'elle peut l'être dans le cas où l'épiderme est intact. Tandis que Murray Thomson, dont les observations sont concordantes avec celles de Parisot et de Kletzinsky, prétend n'avoir retrouvé aucune trace d'iode dans l'urine matinale après un bain pris le soir précédent dans une eau qui renfermait sur 80 gallons (360 litres) une demi once (14 gr.) d'iodure de potassium, Schreger de son côté relate une expérience où un petit chien, plongé par un de ses membres postérieurs dans du lait tiède pendant 24 heures, avait absorbé le liquide par la peau au point d'en avoir les lymphatiques remplis. Auspitz assure également qu'on peut faire pénétrer le mercure dans l'économie par des frictions vigoureuses exercées sur la

peau. On cite des cas d'emplâtres qui auraient réagi sur les sécrétions urinaires, de poisons exerçant leurs propriétés toxiques par le seul contact avec la peau, de bains qui auraient eu une influence heureuse ou maligne d'après la nature des substances dissoutes dans l'eau. Parmi les partisans de l'absorption, les uns, plus modérés, la restreignent à l'eau, d'autres l'étendent à toutes sortes de solutions salines : quelques-uns distinguent entre peau fine et peau épaisse : d'autres font la distinction des substances non graisseuses, qui ne parviennent pas à toucher la peau elle-même, recouverte qu'elle est d'un vernis huileux, et des substances graisseuses qui la touchent : ces dernières seraient absorbées, les autres pas, mais ici même on évite d'être d'accord, et, les opinions se partageant de nouveau, d'après les uns, les substances graisseuses pénétreraient à travers toute la peau, d'après les autres l'absorption n'aurait lieu qu'à travers les glandes sébacées. Que croire, et qui s'étonnera de voir des ouvrages tout à fait récents, comme le *Text book of Physiology* de M. Foster, se contenter sur ce sujet de cette désolante indication : « Il est » douteux si des substances en solution peuvent être absorbées par la » peau, l'épiderme étant intact ; les témoignages sur ce point étant con- » tradictoires (1) ? »

Cependant rien de plus tentant, pour un physiologiste, que de reprendre à nouveau une question sur laquelle il trouve les esprits en désaccord, surtout que l'expérimentation n'offre ici aucune de ces difficultés qui tout d'abord rebutent un savant. Il s'agit tout simplement de mettre en contact, soit par un bain, soit par une friction, un animal entier ou un membre de cet animal avec une substance dont les effets se feront facilement reconnaître dans la supposition qu'elle pénètre à l'intérieur de la circulation. Si cette substance opère, la cause de l'absorption semble gagnée : sinon, elle semble perdue. Les expériences, dont nous avons à parler, ne se rapportent, il est vrai, ni à l'homme, ni à aucun des mammifères : il s'agit de l'inévitable grenouille; mais trancher la question pour ce batracien, c'est en somme faire un pas vers la solution définitive du problème. M. von Wittich (2) a employé deux poisons connus pour leur énergie, la muscarine et la strychnine, et de plus une solution aussi concentrée que possible de ferrocyanure de potassium. Les grenouilles, dont la peau était parfaitement intacte, étaient fixées sur le dos et la substance étendue sur la peau au moyen d'un pinceau très souple. Dès que l'action des poisons se faisait sentir, on déliait l'animal. Malgré la faiblesse des doses employées, les effets se produisaient avec une grande rapidité. Ainsi, pour la muscarine, un milligramme à peine avait servi à frictionner la cuisse : la grenouille, dont le cœur battait 40 fois à la minute avant l'expérience, n'avait plus que 24 pulsations une minute après la friction; à la fin de la seconde minute, tout mouvement cardiaque avait cessé. Une demi heure après, le cœur avait recommencé à

(1) P. 273.

(2) Resorption durch die Haut bei Fröschen. *Centrabl. für die med. Wissensch.* 1878. S. 33.

battre, mais très lentement, une fois en 90 secondes. Après deux heures, pulsation faible toutes les trois minutes, circulation dans les palmures des pattes très lente, parfois complètement interrompue. On étendit alors sur la peau de l'animal, qui gisait sur le dos sans mouvement, un centimètre cube à peu près d'une faible solution d'atropine ; le nombre de battements redevint normal, 36 à la minute.

La strychnine se montra tout aussi prompte, qu'elle fût dissoute dans l'eau ou dans l'éther. En laissant tomber goutte à goutte sur la peau un centimètre cube de la solution, le tétanos caractéristique se montra très rapidement et quatre jours après l'animal éprouvait encore des crampes tétaniques qui redoublaient d'intensité à la moindre excitation.

Quant au ferrocyanure de potassium, on le fit opérer sur un des membres postérieurs renfermé dans un étui de papier brouillard imprégné du liquide. Après une demi heure, l'étui fut enlevé, l'animal soigneusement épongé et placé dans un vase bien propre. Le lendemain on lui vida la vessie par une légère compression de l'abdomen : la sécrétion se colora en bleu intense par l'addition de perchlorure de fer, marque évidente de la présence du ferrocyanure.

M. von Wittich publiait ses observations le 19 janvier dans le *Centralblatt*. Dès le 16 février, deux réclamations de priorité se faisaient jour. D'un côté, le Dr P. Guttmann, de Berlin (1), montrait qu'il y a douze ans déjà, il avait signalé l'effet toxique des sels de potasse et de la coniine sur des grenouilles plongées par leurs extrémités seulement dans une solution de ces substances. De l'autre, le professeur Stirling (2), d'Aberdeen, rappelait des recherches faites par lui, il y a un an et demi, et qui avaient eu pour résultat frappant qu'une grenouille pouvait augmenter du quart de son poids par le seul effet de l'absorption cutanée.

Ces expériences, toutes concordantes qu'elles soient, ne semblent pas cependant de nature à lever tout doute. Rappelons que le point à décider n'est pas uniquement de savoir s'il y a une absorption cutanée, mais si cette absorption se produit malgré l'intégrité de l'épiderme. Or, sans application préalable de dissolvants ou de corrosifs, sans incision quelconque, l'épiderme d'une grenouille, à un moment donné, peut très bien n'être pas intact. Les grenouilles muent et abandonnent leur vieil épiderme sous forme d'une membrane extrêmement mince et présentant au microscope des cellules pavimenteuses polygonales d'un très bel aspect : elles ne muent peut-être pas tous les huit jours, comme l'affirme Rösel, mais enfin elles muent, et tout en n'admettant pas une transition aussi brusque que pour les crustacés, qui, déposant leur formidable carapace, deviennent mous à l'égal de simples vers, on peut, sans faire injure au bon sens, se laisser aller à penser que le nouvel épiderme le cède à l'ancien pour l'imperméabilité. Pour mettre l'expérience à l'abri de tout reproche, il faudrait donc prendre un moment favorable entre

(1) Bemerkungen zu der Mittheilung von prof. v. Wittich « Resorption durch die Haut bei Fröschen. » *Centralbl. für die med. Wissensch.* S. 114.

(2) Resorption durch die Haut bei Fröschen. *Ibid.* S. 116.

deux mues successives, de manière à être sûr d'opérer sur un épiderme normal. Alors seulement la question serait résolue pour les grenouilles et l'on aurait quelque probabilité de pouvoir étendre la solution à l'homme. L'épiderme de ce dernier s'use aussi, il est vrai, mais la désquamation ne se produit pas avec l'universalité qui caractérise la mue proprement dite. G. H.

GÉOLOGIE.

Apparition et succession des vertébrés en Amérique (1). — Les recherches paléontologiques n'ont pas encore amené la découverte de vertébrés fossiles dans les couches cambriennes et siluriennes d'Amérique; tandis qu'en Europe on constate déjà l'apparition des poissons dans le terrain silurien supérieur. On ne commence à trouver des restes de poissons que dans les dépôts côtiers du dévonien inférieur. Cette classe était bien représentée dans les mers de cette époque. Les poissons étaient alors les êtres les plus élevés de la série animale. Ils appartenaient surtout aux Ganoïdes, groupe qui de nos jours a presque complétement disparu et dont il ne reste dans les mers modernes que deux représentants, le *Lepidosteus* et l'*Acipenser*. Parmi les Ganoïdes dévoniens on compte de nombreux Placodermes. Avec eux vivaient les Élasmobranches dont deux ou trois poissons modernes ont encore conservé le type. Le corps des Placodermes était protégé par une cuirasse massive et quelques-uns d'entre eux atteignaient des proportions colossales. Les poissons dévoniens ne sont pas aussi nombreux en Amérique qu'en Europe; mais en général leurs dimensions sont plus grandes et tous paraissent avoir habité la haute mer.

A la fin de la période dévonienne le groupe des Placodermes s'éteint, et les Élasmobranches qui jusqu'à cette époque n'avaient rempli qu'un rôle subordonné, prennent un développement rapide et deviennent à leur tour prépondérants par le nombre et surtout par la taille. Les couches marines du terrain carbonifère ont fourni au moins cent espèces fossiles. Les Ganoïdes toujours très nombreux étaient alors de petite taille et habitaient les basses eaux ou de grands lacs.

Dans la formation permienne d'Amérique on ne connait pas de restes de vertébrés, en Europe on trouve beaucoup de Ganoïdes associés à des poissons d'autres groupes.

Durant la période mésozoïque, les types des poissons américains tendent à se rapprocher de ceux qui vivent dans nos mers actuelles. Dans les

(1) O. C. Marsh, *American Journal of science*, 3e série, XIV vol., nº 83, 1877. p. 337.

couches triasiques on ne connaît que des Ganoïdes; ils sont en général de dimension moyenne. Jusque aujourd'hui on n'a découvert en Amérique aucun reste de poissons dans les couches jurassiques; mais dans le terrain crétacé ces fossiles sont nombreux et remarquables pour leurs formes. Les premiers représentants des poissons actuels ou Téléostes (poissons osseux) apparaissent durant cette formation. Les grandes mers crétacées étaient habitées par des Élasmobranches, et dans les mers intérieures de l'Amérique du nord vivaient de véritables poissons osseux dont quelques-uns étaient carnivores.

Les poissons tertiaires appartiennent presque toujours à des types modernes et depuis le commencement de la période cænozoïque, on n'observe plus que des modifications peu importantes dans cette partie de la faune. Les Requins et les Chiméroïdes sont les formes dominantes des sédiments marins tertiaires; avec elles sont associés des Téléostes quelquefois remarquables pour la taille. A cette époque les Ganoïdes diminuent graduellement en nombre. Dans les dépôts éocènes d'eau douce, on trouve des espèces si rapprochées du brochet et de l'*Amia*, qu'il faut en faire une étude anatomique très attentive pour ne pas les confondre. Les couches suivantes renferment des poissons dont quelques-uns appartenant aux Silures, ont beaucoup d'analogie avec le *Pimelodus* qui vit encore de nos jours. L'absence complète de poissons fossiles dans le bassin tertiaire de l'ouest constitue un fait très remarquable; il ne peut s'expliquer qu'en admettant une invasion de matières minérales dans ces mers qui devinrent inhabitables pour les vertébrés. Dans le bassin pliocène au contraire les restes de poissons abondent; tous sont de type moderne et ils appartiennent pour la plupart aux Cyprinoïdes. Dans l'ouest les poissons pliocènes sont les mêmes que ceux de notre époque.

Dans la série zoologique après les poissons viennent les amphibies; il y a dans ces deux classes des formes si intimement unies que les anatomistes les confondent. C'est dans le terrain carbonifère inférieur que l'on retrouve les premières traces d'amphibies; on y a découvert des empreintes de pattes de Labyrinthodontes, premiers représentants de la classe des amphibies. De nombreux squelettes de Labyrinthodontes sont parfaitement conservés dans les couches de houille. Aucun des batraciens découverts dans les terrains anciens n'est analogue à la grenouille, tous avaient une queue et se rapprochaient plutôt des Salamandres et des serpents; leurs dents présentent une structure caractéristique produite par les couches d'émail concentriques et crénelées. Tous les amphibies dont on a retrouvé les squelettes en Amérique étaient de taille moyenne; mais ceux dont on ne connaît que l'empreinte des pattes devaient appartenir à des êtres de dimensions beaucoup plus remarquables que les amphibies de l'ancien continent. Les amphibies de la période carbonifère habitaient les forêts marécageuses et leurs restes sont habituellement conservés dans la houille ou dans des troncs d'arbres, comme la Revue l'a rappelé en rendant compte du travail de Dawson sur les batraciens de la période houillère (1). On ne connaît pas de batracien dans le per-

(1) *Revue des Questions scientif.*, 1877, t. 1er, p. 679.

mien d'Amérique, ils manquent aussi dans les terrains jurassique et crétacé, et dans les terrains tertiaires on n'en rencontre qu'un petit nombre appartenant tous à des types modernes. M. Marsh est porté à voir dans les amphibies les descendants des Ganoïdes, mais il avoue que nos connaissances sur ces êtres éteints sont si incomplètes qu'il vaut mieux réserver cette question.

Les reptiles et les oiseaux forment la grande division des vertébrés désignés par Huxley sous le nom de Sauropsides. Voyons d'abord ce que les recherches paléontologiques nous apprennent sur les reptiles de type ancien. Il paraît démontré qu'ils n'existaient pas en Amérique avant la période houillère, il est même douteux que les couches carbonifères en renferment. Cependant quelques empreintes analogues à celles des lézards et des ossements qui paraissent avoir appartenu à des animaux de cet ordre ont été recueillis dans les houillères, ils sembleraient indiquer l'existence de reptiles à cette époque. Il est fort probable qu'ils continuèrent à exister durant la formation permienne.

Au commencement de la période mésozoïque, lorsque se déposaient les grés et les schistes triasiques, les reptiles étaient très nombreux. Le genre *Belodon* assez rapproché de nos crocodiles est l'un des plus caractéristiques de cette époque. Avec les belodons vivaient les dinosauriens qui sont incontestablement des sauriens malgré des affinités très prononcées avec l'ordre des *Ratitæ*, oiseaux de l'époque actuelle. Ces reptiles qui vivaient en grand nombre durant la formation des terrains triasiques n'ont laissé que bien peu de restes fossiles. M. Marsh considère comme des pistes de dinosauriens les empreintes trouvées dans la vallée de Connecticut; on les avait autrefois considérées comme des traces d'oiseaux. Les dinosauriens devaient marcher habituellement sur leurs pattes de derrière, il est très rare que l'on observe l'empreinte des pieds de devant.

Le terrain jurassique renferme peu de reptiles fossiles, mais durant la période crétacée ils atteignent le degré le plus élevé de développement. A la partie inférieure de la craie on trouve à la fois des restes de chéloniens, de crocodiliens et de dinosauriens. Il existe un contraste étonnant entre la faune crétacée d'Amérique et celle d'Europe. Dans le nouveau monde les plésiosaures et les ichthyosaures manquent, ils sont remplacés par les mosasaures, dont quelques-uns atteignent vingt mètres de long. M. Marsh a déterré dans un seul gite, jusqu'à sept squelettes de ces monstres. Les mosasaures étaient à proprement parler des lézards marins, ils avaient quatre nageoires très développées. Parmi les reptiles les plus intéressants de la période mésozoïque, il faut ranger les ptérosauriens (1); par leur mâchoire dégarnie de dents ils se distinguent des ptérodactyles de l'ancien monde. Les dinosauriens s'éteignent à la fin de la formation crétacée. La première apparition des oiseaux tombe dans cette même période. Les odontornithes du Kansas apparaissent les premiers. On a trouvé des oiseaux aquatiques dans les couches crétacées

(1) *Revue des Quest. scientif.* 1877, t. 1er, p. 682.

supérieures le long de l'Atlantique. Dans le crétacé d'Amérique on connaît aujourd'hui neuf genres d'oiseaux comprenant une vingtaine d'espèces.

La généalogie des chéloniens, dit M. Marsh, est encore inconnue ainsi que celle des plésiosaures et des lacertidiens; il n'en serait pas de même de celle des crocodiliens qui firent l'objet des recherches d'Huxley et sur la filiation desquels il est parvenu à fournir des indications qui ont grande valeur aux yeux des transformistes. On ne connaît rien de positif sur les précurseurs des ptérosauriens; cette série paraît s'éteindre avec les ptéranodontes. Le *Dimorphodon* trouvé en Europe dans le lias inférieur avait des dents et une queue; les ptérodactyles qui vinrent plus tard n'avaient pas de queue, mais leur mâchoire était garnie de dents comme celle du *Dimorphodon;* les rhamphorynques n'avaient de dents que sur la partie antérieure de la mâchoire. Les ptéranodons d'Amérique n'ont pas de dents, et la queue est réduite à un rudiment. M. Marsh fait remarquer que le rapprochement que l'on serait tenté d'établir au point de vue du transformisme, entre ces reptiles ailés et les oiseaux manque de fondement; l'étude des caractères anatomiques fondamentaux des ptérodactyles ayant montré qu'ils ne sont qu'un type aberrant des reptiles (1).

Quant au groupe le plus élevé de la série animale, les mammifères, on n'en connaît nulle part de représentants avant la formation triasique. Ils débutent dans les deux hémisphères par des formes inférieures. Les mammifères triasiques, à en juger par deux mâchoires qui ont été recueillies, et sur lesquelles on a établi le genre *Dromotherium*, se rapprocheraient des myrmécobies actuels de l'Australie. En Europe les roches jurassiques renferment des mammifères, mais dans le nouveau monde on n'a pas encore trouvé des animaux de cette classe dans ce terrain. L'étude des couches crétacées pas plus en Amérique qu'ailleurs n'a amené la découverte de mammifères. Dans les couches inférieures des terrains tertiaires ils apparaissent de nouveau; mais cette fois en grand nombre. M. Marsh traite ensuite d'une manière développée l'évolution de certaines mammifères; du cheval, du rhinocéros, du tapir. Il admet que les marsupiaux doivent être considérés comme les restes d'une faune très ancienne qui donna naissance à tous les mammifères et qui doit avoir existé sur le continent il y a des millions d'années; mais il avoue que les chaînons destinés à relier ces êtres et à donner la démonstration de son hypothèse font encore défaut. Les marsupiaux se montrent en Amérique dans l'éocène inférieur et dans l'éocène moyen; M. Marsh est porté à admettre que tous les animaux de cet ordre ont émigré en Europe et en Amérique d'une grande terre qui a disparu.

L'étude des mammifères éocènes nommés *Tillodontia* par l'auteur fait reconnaître entre eux et quelques édentés des analogies intéressantes pour le crâne, les dents et les membres. Tous les *Tillodontia* proviennent de l'éocène moyen ou de l'éocène inférieur. Le genre d'édentés *moropus*

(1) *Revue des Quest. scientif.*, 1877, t. 1er, p. 683.

a été découvert dans l'éocène moyen et on en a trouvé une espèce dans le miocène inférieur.

On regarde habituellement les édentés comme un type américain, mais ceux qui vivent en Afrique et les édentés fossiles des terrains tertiaires d'Europe les plus anciens que l'on connaisse, compliquent la question d'origine. Il est probable que les édentés de l'Amérique méridionale habitaient autrefois le nord et qu'ils ont émigré vers le sud. Mais cette migration ne put se faire durant la période miocène; car l'isthme de Darien était sous eau à cette époque. Vers la fin de la période tertiaire cette contrée fut soulevée; il s'y forma une langue de terre plus large que celle qui existe aujourd'hui. C'est par là que durent passer les édentés et quelques mammifères chassés par le froid des régions septentrionales. Quoique l'on puisse appliquer cette interprétation aux mammifères de l'Amérique du sud, elle ne jette aucun jour sur l'origine de ceux d'Europe et d'Afrique. M. Marsh croit cependant qu'ils doivent avoir émigré du nord de l'Amérique. Les représentants miocènes de ce groupe récemment recueillis par ce savant dans l'Orégon sont plus anciens que ceux d'Europe et, chose remarquable, ils ressemblent beaucoup plus à ces derniers et aux types actuels d'Afrique qu'aux autres formes actuelles. Si l'on considère, ajoute-t-il, qu'il suffirait d'un soulèvement de 60 mètres pour fermer le détroit de Behring et y former entre l'Asie et l'Amérique un chemin large de 30 milles, on comprend la possibilité de cette migration. Or un grand nombre de faits établissent que cet isthme a existé à l'époque tertiaire.

Les ongulés de grande taille sont très nombreux durant la période cænozoïque. On croyait autrefois que beaucoup d'ongulés appartenaient à l'ancien monde, entre autres le cheval, le rhinocéros, le tapir, le chameau et le daim; M. Marsh admet au contraire que ce sont des types américains. Ils auraient tous émigré de la côte nord d'Amérique en Asie. Il ne se prononce pas sur le lieu d'origine des bovidés et des proboscidiens; car on les rencontre dans les couches américaines au même niveau que dans celles de l'ancien monde.

Parmi les carnivores, le *machairodus* ou tigre à dents en lames de sabre existait pendant les formations miocènes et pliocènes; il suivit les édentés géants dans leur migration vers le sud et d'un autre côté il accompagna les ongulés dans l'ancien monde. La gazelle, l'antilope, l'hippopotame et d'autres types africains, qui autrefois furent aussi très répandus en Asie, ne passèrent pas en Amérique.

Les édentés furent accompagnés dans l'Amérique méridionale par le cheval, le tapir et le rhinocéros; on ne retrouve cependant pas de traces de ce dernier au sud de Mexico. Le mastodonte, le lama, le cerf, le pecari et d'autres mammifères suivirent la même route. Il est étrange de constater sur le continent américain l'extinction du mastodonte, de l'éléphant, du rhinocéros, du cheval et des grands édentés, tandis que les vertébrés moins élevés dans la série continuent à exister.

D'après M. Marsh l'homme doit avoir abordé en Amérique par le détroit de Behring, il y serait apparu durant la formation pliocène;

mais cette date n'est pas à l'abri de contestation. C'est sur la côte du Pacifique que l'on rencontre en Amérique les vestiges les plus anciens de l'espèce humaine. Il est probable que les phénomènes volcaniques obligèrent à quitter les régions de l'ouest et à émigrer vers le sud.

Intercalations cristallines dans les terrains de sédiment. — L'interprétation de certaines masses cristallines, fréquemment intercalées dans les anciens terrains de sédiment, figure au premier rang des questions géologiques qui sont à l'ordre du jour. Ces masses dont la composition minéralogique offre, suivant les cas, de grandes analogies avec celle des granites, des diorites ou des divers porphyres, sont-elles d'origine éruptive, et, dans cette hypothèse, sont-elles contemporaines des terrains qui les encaissent; ou bien sont-elles postérieures à ces derniers? Faut-il au contraire leur assigner une origine métamorphique? Ou bien enfin seraient-elles des produits de la sédimentation marine opérée autrefois dans des conditions spéciales? Graves questions, dans la solution desquelles sont engagées les doctrines les plus importantes de la géologie! Si l'on parvenait à la vérité sur ces points, on se trouverait éclairé du même coup sur l'immense étage des schistes cristallins qui supporte toute la série sédimentaire et qui fournit les matériaux du premier chapitre de l'histoire positive du globe.

En Saxe, où les formations primitives, y compris les micaschistes et les phyllades, sont très développées, les géologues sont divisés sur l'interprétation rationnelle de plusieurs massifs considérables qui apparaissent avec un aspect particulier au milieu des schistes inférieurs. On y a distingué depuis longtemps deux variétés de gneiss, bien tranchées par leur couleur, et désignées sous les noms de gneiss gris et de gneiss rouge. Le premier est le gneiss normal à mica biotite, régulièrement stratifié et passant graduellement aux micaschistes qui le surmontent. Le second, d'abord considéré comme une simple variété de l'autre et dans lequel le mica potassique remplaçait la biotite, fut plus tard l'objet des études chimiques et stratigraphiques des géologues de l'école de Freyberg qui lui assignèrent une origine et une époque très différentes de celles du gneiss gris. A la suite de leurs recherches, Hermann Müller, B. von Cotta, Ch. Scheerer, Jokely virent dans la plupart des gneiss rouges de l'Erzgebirge des gneiss d'époque postérieure, d'origine éruptive, et dont le surgissement était en rapport avec des dislocations et des redressements du gneiss primitif. Cette manière de voir acquit l'autorité qui s'attache naturellement aux conclusions de géologues éminents traitant du sol qu'ils habitent et qu'ils sont le plus à même de connaître. Elle se trouvait en harmonie avec l'opinion de beaucoup d'autres savants qui admettent que des roches schisto-cristallines peuvent être éruptives et acquérir l'alignement de leurs parties constituantes à la suite d'une compression latérale. Tantôt les passages graduels et insensibles du granite massif au gneiss, tantôt les fragments de roches étrangères enveloppés par ce dernier ont été allégués comme preuve. On peut consulter sous ce rapport Fournet à propos des Alpes de l'Oisans; Delesse à propos de la protogyne

des Alpes; Naumann à propos des granites de Neu-Taubenheim en Saxe; Darwin à propos des gneiss de Rio-de-Janeiro (1). Dans la dernière édition de son excellent Manuel de géognosie, G. Leonhard signale comme types et en tête de toutes les roches éruptives anciennes, certains gneiss du Riesengebirge, de l'Erzgebirge, de la Moravie, ainsi que divers gneiss rouges des environs de Kongsberg, en Norwége, signalés comme tels par Kjerulf et Tellef Dahll (2). Enfin dans son Mémoire sur la schistosité des roches, M. Daubrée ne fait pas difficulté d'admettre que des gneiss peuvent avoir la même origine que le granite et devoir leur texture propre à des actions mécaniques (3).

D'après les géologues de Freyberg, le gneiss rouge éruptif de la région saxonne offre dans la répartition de ses propres variétés, comme dans son association avec les granites-gneiss, les granulites, les micaschistes, les quartzites subordonnés et qui dépendent du même ensemble, une confusion, un pêle-mêle de distribution qui sont inconciliables avec l'ordonnance régulière qui préside à la répartition des roches dans les terrains vraiment stratifiés. Souvent la structure schisteuse ou stratoïde y est très peu distincte. De plus le gneiss rouge paraît couper transversalement les grandes bandes de micaschistes et de phyllades étendues au nord de l'Erzgebirge et pousser des apophyses dans le gneiss gris. Il enveloppe souvent des fragments de roches avoisinantes, entre autres de la grauwacke, qu'il a transformés par son action métamorphique. Cependant, tout en admettant comme incontestable le caractère endogène de la plupart des gneiss rouges, les géologues de Freyberg, surtout B. de Cotta, reconnaissent que la structure communément stratoïde ou schisteuse qui justifie pour eux le nom de gneiss, les sépare des roches d'intrusion pure, comme sont certains granites, par exemple, et implique une genèse différente. De là l'hypothèse développée par Cotta et qui consiste à admettre que le gneiss rouge a été formé primitivement à peu près comme le gneiss gris, lequel n'est peut-être que de la grauwacke, du grès, du schiste argileux profondément modifiés, mais que sous l'action de pressions énergiques et d'autres facteurs, le gneiss rouge a été amené à l'état de demi ramollissement dans la profondeur, puis soulevé et injecté de bas en haut à travers les systèmes sus-jacents. Cette idée d'un métamorphisme poussé jusqu'à la demi fluidité et transformant une roche originairement stratifiée en roche d'injection, est loin de répugner à plusieurs géologues de notre temps. Elle est souvent accueillie avec faveur comme une hypothèse probable, notamment dans les mémoires du *Geological Survey*, relatifs aux terrains les plus cristallins de la Principauté de Galles (4).

(1) Fournet, *Mém. sur la géologie des Alpes*, p. 73. — Delesse, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, VI, p. 230. — Naumann, *Lehrbuch der Geognosie*, 2e Auf. B. II, p. 58. — Darwin, *Geol. Observations on South America*, p. 141.

(2) G. Leonhard, *Grundzüge der Geologie*, 3e Auf. 1874, p. 458-461.

(3) *Bull. de la Soc. géo. de France*, 3e série, IV, p. 544, 548.

(4) *Mem. of the Geological Survey*, III, chap. XVII, XVIII, et passim.

Mais si tout est possible, le seul point qui importe est de savoir ce qui existe en réalité. La structure schisto-cristalline a pu se produire de bien des façons, et tout le monde tombe d'accord qu'il faut étudier chaque cas en particulier. Or depuis les dernières recherches, les gneiss rouges de la Saxe, et peut-être aussi les granulites très développées dans le même pays, ne peuvent plus être rangés simplement parmi les roches éruptives. Les études précises exigées pour l'exécution de la carte géologique détaillée, semblent écarter pour la plupart de ces roches l'idée d'intrusion, et tendre à les faire rentrer, comme de simples particularités lithologiques, dans l'ensemble complexe du gneiss normal et des micaschistes.

Dans un mémoire récent (1), le Directeur de la Commission géologique du royaume de Saxe, H. Credner déclare comme un résultat acquis aux travaux de la Commission, que le gneiss rouge n'est qu'une partie intégrante de la formation schisteuse archaïque, et que, comme cette dernière, il est d'*origine sédimentaire*. Par cette expression, Credner entend simplement que le gneiss rouge n'est pas éruptif et qu'il ne s'est pas consolidé par refroidissement. Il allègue à l'appui, en même temps que ses recherches personnelles, celles des géologues Kalkowsky, Jentzsch, L. Schalch et A. Sauer, tous employés au relevé géologique de la contrée.

D'abord l'étude approfondie de la roche en question, pratiquée en partie par l'examen microscopique des plaques minces, a permis de la séparer d'autres roches avec lesquelles un coup d'œil superficiel pouvait la confondre. C'est ainsi qu'on a cru la reconnaitre à tort dans des granites et des pegmatites rougeâtres des environs de Freyberg et qui sont véritablement en filons transversaux. Il existe dans cette sorte de gneiss comme dans les nombreuses variétés de roches schisto-cristallines qui lui sont associées, une disposition lenticulaire des agrégations feldspatho-quartzeuses, une direction commune des lits ondulés de mica muscovite, un alignement général des paillettes de ce dernier disséminées dans la masse minérale, qu'on ne trouve pas dans les roches grenues de même composition, et qui permet d'en distinguer un fragment quelconque d'avec du granite ou du porphyre.

L'observation détaillée apprend aussi que le gneiss rouge n'est qu'un terme d'une série où la proportion des éléments constituants et même leur nature sont susceptibles de beaucoup de changements. Les micas divers s'y remplacent l'un l'autre; les dimensions et les contours du feuilletage varient; de nouveaux silicates apparaissent : et il en résulte des passages plus ou moins brusques, à l'amphibolite schisteuse, à l'éclogite, au quartzite micacé, ou au micaschiste, etc., que l'on pourrait être exposé à regarder comme autant de roches étrangères à la formation et empâtées dans le gneiss. Il faut se pénétrer surtout de la structure propre à tous ces schistes cristallins, laquelle n'est pas la structure schisteuse ou stratoïde proprement dite, mais bien la structure entrelacée, gneissique

(1) *Der rothe Gneiss des Sächsischen Erzgebirges. Zeit. Deutschen geol. Gesell.*, 1877, pp. 757-792.

(flaserig) : c'est-à-dire non point par bandes parallèles, mais par lentilles petites et grandes, terminées latéralement en pointes ou en coin, dont l'angle est parfois très ouvert, parce que ces lentilles épaisses et comme gonflées à leur partie médiane s'amincissent souvent subitement sur les bords. Le gneiss rouge se montre quelquefois sous cette forme dans les micaschistes des environs de Freyberg et de Klein Limmeritz; et Credner en reproduit des intercalations lenticulaires qui ont 80 centimètres d'épaisseur pour 1 mètre 50 cent. seulement de dimension longitudinale (1)! Celui qui n'est pas familiarisé avec un pareil mode d'agencement sera presque fatalement entraîné à admettre des dykes et des filons éruptifs constitués par le gneiss rouge : d'autant plus que la formation archaïque de la Saxe est d'une stratification très tourmentée. Hermann Credner montre que telle est l'origine de l'erreur où sont tombés les géologues à propos de plusieurs localités de la Saxe, telles que la station de Freyberg, la ligne entre Cranzahl et Königswalde, et à Mulde-Thales au nord de Michaëlis-Stolln. Cette dernière localité est peut-être la plus célèbre de toutes dans les discussions relatives au gneiss rouge. Dans un mémoire publié en 1862, Scheerer la produit comme une preuve décisive en faveur de l'origine endogène, parce qu'on y observerait un amas éruptif de gneiss de plus de cent pieds d'épaisseur, enveloppant un grand lambeau modifié de gneiss gris (2)!

En même temps qu'il rend compte des apparences trompeuses du gneiss rouge, Credner indique une foule d'exemples puisés dans les travaux de la carte géologique et où l'on voit ce même gneiss alterner un grand nombre de fois, en lits souvent très minces, étendus, et en parfaite régularité, avec les assises de micaschiste. Il est totalement impossible de justifier ce mode de gisement dans l'hypothèse d'une intrusion du gneiss rouge opérée longtemps après la formation des micaschistes. Il affirme en son nom, comme au nom de ses collaborateurs, que partout où le gneiss rouge a été vu en contact, soit avec le gneiss gris, soit avec le gneiss à deux micas (*amphotère*), soit avec le micaschiste, il est en concordance avec ceux-ci, souvent avec alternances répétées, et qu'on peut constater dans beaucoup d'occasions les passages minéralogiques les plus intimes entre ces diverses assises. Il conclut de là que le gneiss rouge de l'Erzgebirge, aussi bien que du Mittelgebirge est un membre normal de la série des schistes archaïques, et qu'il est comme ceux-ci d'origine sédimentaire.

Dans un mémoire étendu sur les granulites à diallage, *(Trapp granulite)*, de la Saxe (3), E. Dathe traite au long de cette variété lithologique, et à son occasion il traite aussi de la formation granulitique de la même contrée, qui a été et qui est encore l'objet d'interprétations contradictoires. La dernière partie du travail de M. Dathe n'étant pas publiée,

(1) Voir l'exemple curieux offert dans une tranchée du chemin de fer de Klein-Limmeritz, Op. cit. p. 791. Taf XI, fig. 10.

(2) *Zeitsch. der Deutsch. geo. Gesell.* 1862, p. 33 und 45.

(3) Op. cit. XXIX, pp. 274-340.

nous ignorons ses conclusions définitives. Mais il en dit assez pour nous apprendre que ses longues recherches ne favorisent pas l'idée d'origine éruptive qu'a soutenue en cette matière Carl Naumann surtout vers les derniers temps de sa vie, et que cet illustre savant basait d'abord sur le redressement et le bouleversement des couches schisteuses au contact des granulites, et ensuite sur les fragments des terrains encaissants que ces dernières roches auraient enveloppés dans leur sortie à l'état pâteux et métamorphisés. De son côté, Scheerer se déclara partisan de la provenance éruptive des granulites, provenance qui a été appuyée aussi par quelques études microscopiques de von Lasaulx. Dathe à la suite d'une discussion approfondie et après avoir inspecté beaucoup de plaques microscopiques, juge que les conclusions de Naumann et de von Lasaulx ne sont pas fondées. Il constate que les *trapp granulite*, malgré la texture plus ou moins grenue ou compacte qu'ils peuvent montrer, possèdent en réalité une structure intimement schistoïde, déterminée par l'alignement très sensible au microscope de leurs éléments. Toutes leurs analogies, en petit comme en grand, sont avec les schistes cristallins proprement dits : les nombreuses alternances soit des diverses variétés entre elles, soit avec les couches adjacentes d'autres roches, se comportent exactement comme les alternances de ces mêmes roches avec les gneiss du Böhmer-Wald. Or là, les meilleurs observateurs, comme Gümbel et von Hochstetter, les assimilent purement et simplement aux autres subdivisions du grand système des schistes archaïques.

En résumé, il paraît ressortir de ces études et de ces rapprochements que la grande majorité des granulites de la Saxe, pas plus que les gneiss rouges de la même région, ne seraient comparables à des roches éruptives;et dès lors on se demande si plusieurs des granulites signalés ailleurs, ceux des Vosges, par exemple, que Rozet décrit comme présentant des filons et renfermant à leur intérieur des fragments de gneiss, ne sont pas, comme ceux de l'Allemagne centrale, de véritables roches stratifiées appartenant à la série archaïque.

La conclusion la plus évidente à tirer de ces recherches spéciales, c'est d'étudier à nouveau une foule de gisements et d'apparitions locales de roches cristallines qu'on a regardés d'abord et sans grande hésitation comme des masses d'injection, des filons transversaux ou couchés, à cause de leur isolement, de leur contraste lithologique et des caprices apparents de leurs joints de contact avec les roches adjacentes. Il est probable que, dans un bon nombre de cas, on sera conduit à ne voir dans ces roches exceptionnelles qu'un accident de la série stratifiée sédimentaire. Il restera à se rendre compte de leur mode de formation, et on se trouvera en présence du plus grand problème de la lithologie ; car le métamorphisme hydro-chimique émanant de la surface et le métamorphisme plutonien de provenance interne semblent jusqu'à présent également impuissants à le résoudre. C. de l. V. P.

(1) *Bull. de la Soc. géo. de France*, 1e sér. IV, p. 136.

TABLE DES MATIÈRES

DU

TROISIÈME VOLUME.

LIVRAISON DE JANVIER 1878.

Le mariage et l'hérédité normale et pathologique, par le **Dr Lefebvre**, professeur à l'Université cath. de Louvain . . 5

Les éloges historiques de M. Dumas, par **M. Ph. Gilbert**, professeur à l'Université catholique de Louvain 45

Le bathybius. Histoire d'un protoplasme, par **M. A. de Lapparent**, professeur à l'Université catholique de Paris. . . . 67

Le darwinisme et l'expression des émotions chez l'homme et chez les animaux, par **M. l'abbé A. Lecomte**, directeur de l'École Normale de l'État, à Mons 75

Le rouge de la rétine et les photographies par l'oeil, par le **Dr E. Masoin**, professeur à l'Université de Louvain . . . 118

Les naturalistes philosophes, par **M. A. Proost** 140

Les caractères distinctifs de l'animalité, par **M. l'abbé Hamard**, prêtre de l'Oratoire de Rennes. 158

Phénomènes thermiques et électriques, par **M. Aimé Witz**, chargé de cours à l'Université catholique de Lille 203

Une entrée en campagne, par le **R. P. Carbonnelle**, S. J. . . 225

Bibliographie. — I. Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, par M. Cyrille Grand'Eury. **M. l'abbé Boulay** 248

II. J. Barrande. Système Silurien de la Bohême, etc. **M. Ch. de la Vallée Poussin** 262

III. Publications récentes sur Galilée. **M. Ph. Gilbert** . . . 274

IV. L'astronomie pratique etc. par C. André et A. Angot. **M. Clément Dusausoy** 286
V. Photographie par émulsion sèche au bromure d'argent pur, par Alfred Chardon. **D. W.**. 292
Revue des recueils périodiques.
Physique, par le **R. P. Victor Van Tricht**, S. J. 295
Thérapeutique, par le **Dr Moeller**. 310
Sciences agricoles, par **M. A. Proost** 322
Physiologie, par **G. H.** . . . . . , ... 328
Hygiène, par le **Dr Dumont** 339
Société scientifique de Bruxelles. Statuts 346

LIVRAISON D'AVRIL 1878.

Les sépultures de l'age du renne de Solutré, par **M. Adrien Arcelin**, secrétaire perpétuel de l'Académie de Mâcon . . 349
Des dispensaires de charité et de la policlinique au point de vue social, par le **Dr E. Papillon**, professeur à l'Université catholique de Lille 400
Le darwinisme et l'expression des émotions chez l'homme et chez les animaux, par **M. l'abbé A. Lecomte**, directeur de l'École Normale de l'État, à Mons 417
Les naturalistes philosophes. — Deuxième article, par **M. A. Proost** 466
La théorie du sommeil physiologique d'après M. Preyer (d'Iéna), par le **Dr Moeller** 486
Les organismes microscopiques de l'Océan et leur action en géologie, par le **R. P. Renard**, S. J., conservateur au Musée royal de Belgique 508
L'aveuglement scientifique. — Quatrième article. L'infini dans le temps et dans l'espace. La création, par le **R. P. Carbonnelle**, S. J.. 548
Bibliographie. — Publications récentes sur Galilée. **M. Ph. Gilbert** 589

II. Études historiques et critiques sur le rationalisme contemporain par H. de Valroger. **R. P. Daniel**, S. J. 613
III. Claude Bernard et Le Verrier, discours de M. Dumas . . 617
IV. Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, par M. Cyrille Grand'Eury (2e partie). **M. l'abbé Boulay** 621

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIQUE, par le **R. P. Van Tricht**, S. J. 634
SCIENCES AGRICOLES, par **M. A. Proost** 647
ANTHROPOLOGIE, par **M. Adrien Arcelin** 654
HYGIÈNE, par le **Dr Dumont** 661
THÉRAPEUTIQUE, par le **Dr Moeller**. 668
PHYSIOLOGIE, par **G. H.** 675
GÉOLOGIE, par **M. Ch. de l. V. P.** 686

T. P. I 8 4

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

Tome III

DEUXIÈME ANNÉE. — PREMIÈRE LIVRAISON.

JANVIER 1878

LOUVAIN,
CH. PEETERS, ÉDITEUR,
rue de Namur, 22.

PARIS,
LIBRAIRIE
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE,
35, rue de Grenelle.

1878

LIVRAISON DE JANVIER 1878.

—

I. — LE MARIAGE ET L'HÉRÉDITÉ NORMALE ET PATHOLOGIQUE, par le **Dr Lefebvre,** prof. à l'Univ. cath. de Louvain.

II. — LES ÉLOGES HISTORIQUES DE M. DUMAS, par **M. Ph. Gilbert,** professeur à l'Université catholique de Louvain.

III. — LE BATHYBIUS, par **M. A. de Lapparent,** professeur à l'Université catholique de Paris.

IV. — LE DARWINISME ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX, par **M. l'abbé A. Lecomte,** Directeur de l'École Normale de l'État à Mons.

V. — LE ROUGE DE LA RÉTINE ET LES PHOTOGRAPHIES PAR L'ŒIL, par le **Dr E. Masoin,** professeur à l'Université de Louvain.

VI. — LES NATURALISTES PHILOSOPHES, par **M. A. Proost.**

VII. — LES CARACTÈRES DISTINCTIFS DE L'ANIMALITÉ, par **M. l'abbé Hamard,** prêtre de l'Oratoire de Rennes.

VIII. — PHÉNOMÈNES THERMIQUES ET ÉLECTRIQUES, par **M. Aimé Witz,** chargé de cours à l'Université cath. de Lille.

IX. — UNE ENTRÉE EN CAMPAGNE, par le **R. P. Carbonnelle** S. J.

X. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, par M. Cyrille Grand'Eury, **Abbé Boulay.** — II J. Barrande. Système Silurien de la Bohême; J. Barrande. Céphalopodes. Études générales. — Dr Friedrich Pfaff, Schöpfungsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung des biblischen Schöpfungsberichtes, **M. Ch de la Vallée Poussin** —III. Henri de l'Épinois : Les pièces du procès de Galilée précédées d'un avant-propos. — Karl von Gebler : Die Acten des Galilei'schen Processes nach der Vaticanischen Handschrift. — P. E Dujardin, S. J. : Encore Galilée! — Emil Wohlwill : Ist Galilei gefoltert worden? Eine kritische Studie. — J. Bertrand : Article du Journal des savants. — L. Combes : Galilée et l'Inquisition romaine, **M. Ph. Gilbert.** — IV. L'astronomie pratique et les observatoires en Europe et en Amérique, depuis le milieu du XVIIe siècle jusqu'à nos jours, par C. André et A. Angot, **M. Clément Dusausoy.** — V. Photographie par émulsion sèche au bromure d'argent pur, par Alfred Chardon, **D W.**

XI. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. Physique, par le **R. P. Van Tricht,** S. J. — Thérapeutique, par le **Dr Moeller.** Sciences agricoles, par **M. A. Proost.** — Physiologie, par **G. H.** — Hygiène, par le **Dr A Dumont.**

XII. — SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES. Statuts (modifiés dans l'Assemblée générale du 25 octobre 1877).

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

PREMIÈRE ANNÉE — 1875-1876.

Volume in-8° de plus de 600 pages, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société Scientifique, 21, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ce volume a été envoyé sans frais à tous les membres qui ont versé la cotisation de l'année 1876. Les nouveaux membres peuvent se le procurer au prix de 15 francs.

La deuxième année 1876-1877 est sous presse et paraîtra dans quelques jours.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, à partir de janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

On peut se procurer, au prix d'abonnement, l'année 1877.

ON S'ABONNE :

A Bruxelles.

Au Secrétariat de la Société, 21, rue des Ursulines.

A Louvain.

Chez M. Ch. Peeters, éditeur, 22, rue de Namur.

A Paris.

A la librairie de la Société bibliographique, 35, rue de Grenelle.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

DEUXIÈME ANNÉE. — DEUXIÈME LIVRAISON.

AVRIL 1878

LOUVAIN,
CH. PEETERS, ÉDITEUR,
rue de Namur, 22.

PARIS,
LIBRAIRIE
DE LA SOCIÉTÉ BIBLIOGRAPHIQUE,
35, rue de Grenelle.

1878

LIVRAISON D'AVRIL 1878.

—

I. — LES SÉPULTURES DE L'AGE DU RENNE DE SOLUTRÉ, par **M. Adrien Arcelin,** secrétaire perpétuel de l'Académie de Mâcon.

II. — DES DISPENSAIRES DE CHARITÉ ET DE LA POLICLINIQUE AU POINT DE VUE SOCIAL, par le **Dr E. Papillon,** professeur à l'Université catholique de Lille.

III. — LE DARWINISME ET L'EXPRESSION DES ÉMOTIONS CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES ANIMAUX, par **M. l'abbé A. Leconte,** directeur de l'École Normale de l'État à Mons.

IV. — LES NATURALISTES PHILOSOPHES. DEUXIÈME ARTICLE, par **M. A. Proost.**

V. — LA THÉORIE DU SOMMEIL PHYSIOLOGIQUE D'APRÈS M. PREYER (D'IÉNA), par le **Dr Moeller.**

VI. — LES ORGANISMES MICROSCOPIQUES DE L'OCÉAN ET LEUR ACTION EN GÉOLOGIE, par le **R. P. Renard,** S. J., conservateur au Musée royal de Bruxelles.

VII. — L'AVEUGLEMENT SCIENTIFIQUE.—QUATRIÈME ARTICLE. L'INFINI DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE. LA CRÉATION, par le **R. P. Carbonnelle** S. J.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Publications récentes sur Galilée. **M. Ph. Gilbert.** — II. Études historiques et critiques sur le rationalisme contemporain, par H. de Valroger. **R. P. Daniel,** S. J. — III. Claude Bernard et Le Verrier, discours de M. Dumas. — IV. Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France, par M. Cyrille Grand'Eury (2e partie). **Abbé Boulay.**

IX. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. Physique, par le **R. P. Van Tricht,** S. J. —Sciences agricoles, par **M. A. Proost.** — Anthropologie, par **M. Adrien Arcelin.** — Hygiène, par le **Dr A. Dumont.** — Thérapeutique, par le **Dr Moeller.** — Physiologie, par **G. H.** — Géologie, par **M. Ch. de l. V. P.**

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

PREMIÈRE ANNÉE, 1875-1876 — DEUXIÈME ANNÉE, 1876-1877.

Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société Scientifique, 21, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, à partir de janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

On peut se procurer, au prix d'abonnement, l'année 1877.

ON S'ABONNE :

A Bruxelles.

Au Secrétariat de la Société, 21, rue des Ursulines.

A Louvain.

Chez M. Ch. Peeters, éditeur, 22, rue de Namur.

A Paris.

A la librairie de la Société bibliographique, 35, rue de Grenelle.

AMNH LIBRARY
100226203